www.radio.ru

1 • 2022

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Тестер

варисторов,
супрессоров,
стабилитронов,
неоновых ламп,
газовых разрядников,
светодиодных матриц


ISSN-0033-765X
22001
9 770033 765009

• Гибридный УМЗЧ
• БП из сварочного инвертора
• Часы на 16-сегментных индикаторах
• Особенности использования DS18S20

...и ещё 11 конструкций

1
2022

Молодёжный кубок им. А. С. Попова — 2021 год

(см. статью на с. 49)



Алина Лихоманова — победитель в индивидуальном зачёте.



Команда радиостанции RD8U, занявшая первое место в возрастной группе до 19 лет. На ближнем плане — Никита Шароваров, в центре — Олег Фомичев и на заднем плане — Виктория Харченко (UB9UXJ).



Команда коллективной радиостанции RK4W Дворца детского (юношеского) творчества из г. Ижевска — первое место в возрастной группе до 15 лет (слева—направо): Иван Торопов (R4WBO), Роман Зубов, Илья Азаров (R4WAQ).

Лучший результат в возрастной группе до 13 лет показала команда UA4S — Роман Баданов (слева) и Данила Василенко.




Российская неделя высоких технологий
РНВТ
СВЯЗЬ · SVIAZ
НАВИТЕХ · NAVITECH
Минцифры России
МИНПРОМТОРГ РОССИИ
НП "ГЛОНАСС"
Федеральный сетевой оператор
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Тестер варисторов, супрессоров, стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, светодиодных матриц (см. статью на с. 17).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

БП С ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ ПОЛЯРНОСТЬЮ
УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ КВ-ДИАПАЗОНА
БП ДЛЯ РЕМОНТА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАНАЛ АУДИОСИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 06.12.2021 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 27.12.2021 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 03698-21.

Уважаемые читатели!



Поздравляем Вас с Новым 2022 годом!

В наступившем году тематика журнала останется прежней. На его страницах мы планируем размещать статьи уже известных авторов и новых, впервые публикующих описания своих разработок. Вы также можете стать одним из авторов журнала "Радио". Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям.

Девять лет назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2021 гг. Продолжается подписка и на следующий год. Её стоимость на 12 месяцев осталась прежней — 600 руб. В случае оплаты через банк или какие-либо платёжные системы стоимость может быть больше на величину комиссии. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с января 2022 г. и оплатить 600 руб., Вы получите № 1—12 за 2022 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на нашем сайте по адресу **el.radio.ru** заполнить поля формы, указав в них номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Все эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Оплатить по нашим реквизитам, указанным в квитанции, можно и через другие банки или платёжные системы. При оплате через платёжные системы обязательно указывайте свои фамилию, имя, отчество, а также год и номер, с которого Вы хотите получать журнал. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу **http://www.radio.ru/subscribe/oferta.pdf** на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать номера по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле "E-mail". Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта (**www.radio.ru**). Если у Вас появились или появятся вопросы по электронной копии журнала, присылайте на адрес электронной почты **zakaz@radio.ru** письмо с вопросом.

Напоминаем, что продолжается конкурс "Лучшие публикации 2021 года". Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2021 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2022 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес **mail@radio.ru** с обязательной пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2021 года". По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступившем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов.

Редакция

Шестое поколение мобильной связи

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Будущее принадлежит тем, кто верит в красоту своей мечты".

Элеонора Рузвельт

Примерно каждые десять лет мобильная связь претерпевает смену поколений. Однако интервал времени между так называемыми G уменьшается. В то время как системы пятого поколения (5G) становятся коммерческой реальностью, уже существует значительный интерес к системам, выходящим за рамки 5G, которые уже называют беспроводными системами шестого поколения (6G). Обычно описание очередного G начинается со скоростей передачи информации и используемых несущих радиочастот. Однако настало время, когда вначале описывают цели, а уж потом средства. Благо, технологический задел у мобильной индустрии наработан значительный.

Кстати, пару лет назад на одной из конференций с докладом о поколении мобильных технологий 5G выступал эксперт японского оператора NTT DoCoMo, который предположил, что концепция 5G, скорее всего, получится неудачной. То ли в шутку, то ли всерьёз он поделился своим наблюдением о том, что поколения мобильной связи с нечётными номерами всегда являлись неудачными, делая вывод, что такая же участь постигнет и 5G. А удачными были, наоборот, только поколения с чётными порядковыми номерами, пока это только 2G и 4G. Однако удачи чётных поколений, по мнению этого эксперта, закладывались внутри нечётных.

Впрочем, так оно и было. Технологии 1G жили сами по себе, обладая достаточным количеством недостатков, и потому долго не прожили. В свою очередь, цифровые системы поколения 2G (D-AMPS, GSM, cdmaOne) по сравнению с аналоговыми системами обладали высоким качеством, причём GSM была настолько удачной с точки зрения тщательного подхода к предоставляемым сервисам, что ей до сих пор пользуются практически все мобильные абоненты, где эти сети ещё не заменили на 3G/4G.

Технология 3G (W-CDMA, cdma2000 и др.), на которую в конце XX века возлагалось много надежд, связанных с будущей интернет-экономикой, передачей видео и пр., этих надежд в целом не оправдала, потому что и интернет-экономика оказалась недостаточно зрелой (крах т. н. доткомов), да и техническая база не успевала за пожеланиями передовой части общества. Скорости передачи были недостаточными, а терминалы напоминали кирпичи. А ведь предполагалось, что весь бизнес переместится в Интернет, который будет неограниченно доступен на любом устройстве — мобильном или фиксированном, с нужной скоростью, в нужном месте и с нужным количеством информации, которую можно будет получить в два клика на экране. Не вышло.

Прошли годы, пока появились модификации 3G, обеспечивающие многомегабитные скорости, а телефоны превратились в смартфоны. Зато системы 4G, впитавшие в себя параллельный стандарт WiMAX (IEEE 802.16), обеспечили, наконец, долгожданное единение мобильной индустрии в рамках единого стандарта LTE/LTE-Advanced, а также предоставили действительно большие для второго десятилетия XXI века скорости передачи информации (до 100 Мбит/с и выше).

Мобильной индустрии, получившей многие миллиарды долларов прибыли, было нужно "продолжение банкета", и она завлекла потенциальных потребителей системами 5G, которые обещали и обещают запустить беспилотный транспорт и предоставить всем одушевлённым и каждой вещи преимущества Интернета вещей, освоив все возможные радиочастоты в диапазоне до 80 ГГц. С одной стороны, технологии 5G ещё надо доработать, а сети 5G ещё надо развернуть. С другой стороны, сети 5G предоставляют пока лишь скорости передачи побольше, и у сетей 5G уже появилось и много противников, которым не нравится это самое излучение, от которого, по их словам, гибнет всё живое и расцветает всё нехорошее, вроде вирусных штаммов. В общем, японский эксперт может оказаться прав.

Кажется, что ничего умнее уже не придумать, и пятое поколение сетей — это предел развития человеческой мысли, и дальше идти просто некуда. Однако повышенное внимание к 5G со стороны правительств разных стран политизировало технологию и привело к тому, что сегодня в индустрии беспроводной связи, как заявляют китайские эксперты, складываются не самые благоприятные условия для работы над 5G. Так что, по их мнению, для учёных сейчас самое время заниматься фундаментальной работой по определению очередного поколения 6G и сценариев его использования. В частности, специалисты компании Huawei полагают, что коммерческий дебют нового поколения состоится в 2030 г., а скорости передачи информации 6G будут в 50 раз больше, чем 5G. Ну а сейчас самое время в сотрудничестве с другими игроками коллективно сформулировать определение для 6G в течение следующих десяти лет. Что же касается Huawei, то компания обещает вскоре выпустить "Белую книгу 6G", чтобы объяснить отрасли, что же такое 6G.

Не так давно основатель компании Huawei Жэнь Чжэнфэй на собрании штатных разработчиков компании призвал их не медлить с разработкой технологий связи поколения 6G и обещал более активно привлекать талантливых специалистов на мировом рынке труда. Делаться это будет за счёт более конкурентных предложений по уровню зарплаты.

Так что же появится в шестом поколении мобильной связи? Конечно, технологии ещё не готовы, но готовы некоторые фантазии футурологов от телекоммуникаций и не только.

Комплексное (системное) обсуждение систем 6G начинается сегодня с изменений в образе жизни и общества, вызывающих потребность в сетях следующего поколения. За этим следует обсуждение технических требований, необходимых для работы приложений 6G, на основе которых анализируются ключевые проблемы и возможности для практически реализуемых системных решений.

Эксперты говорят, что сеть 6G приведёт к полностью связанному миру интеграции наземной беспроводной и спутниковой связи, который может достичь бесшовного глобального покрытия за счёт интеграции с низкоорбитальными системами спутниковой связи, развёртывание которых мы сейчас наблюдаем. Кроме того, сети 6G также преодолеют нынешнюю слабость сетей 5G — проблемное соединение при высокоскоростном движении. Поддерживаемая скорость будет превышать 1000 км/ч. В общем, не только высокоскоростная железная дорога, но и авиапутешествие стало бы более удобным с 6G.

Согласно ITU-T (международный союз электросвязи — телекоммуника-



ционный сектор), тремя наиболее важными движущими характеристиками, связанными со следующим десятилетием образа жизни и социальных изменений, влияющих на дизайн и перспективы сетей 6G, являются:

— голографическое общество высокой точности;

— связь для всего сущего;

— чувствительные ко времени и спроектированные ко времени приложения (если говорить по-русски, то применительно к информации — хороша ложка к обеду).

В сети будущего будут заложены такие концепции, как использование голограмм в качестве средства коммуникации, распространение носимых устройств для распознавания эмоций, массовое внедрение средств контроля психического здоровья.

Голографическое общество высокой точности включает в себя дальнейшее развитие видео, которое всё чаще становится предпочтительным способом коммуникации и преобразуется в дополненную реальность (AR). Степень разрешения видео увеличивается сегодня с большой скоростью. Например, пользовательское оборудование, поддерживающее видео 4K, требует скорости передачи данных 15,4 Мбит/с (на каждый терминал). Кроме того, время просмотра также увеличивается до такой степени, что теперь для конечных пользователей стало нормой смотреть полные телепрограммы, спортивные мероприятия в прямом эфире или потоковое вещание по запросу. Ожидается, что по мере того, как мы вступаем в следующее десятилетие, спрос на такой контент будет расти чрезвычайно быстрыми темпами. В частности, продолжающаяся пандемия COVID-19 показывает, что видеосвязь позволяет людям, предприятиям, правительствам, медицинским работникам и их пациентам оставаться в виртуальном контакте, избегая необходимости путешествовать, оставаясь при этом социально, профессионально и коммерчески активными. В то время как учебные заведения остаются закрытыми, онлайн-обучение возможно через видеосвязь. Ведущие конференции и семинары по всему миру уже проводятся виртуально с использованием видеоинтерфейсов в реальном времени. Ожидается, что многие подобные разработки останутся активными даже в эпоху после COVID-19.

Впрочем, уже есть дополненная и виртуальная реальность (VR), где-то не на очень далёком подходе — голография в реальном времени, начинается заселение виртуальных пространств аватарами людей и даже государств. Эти аватары уже могут прикоснуться к живому человеку, и последний почувствует это прикосновение. Впрочем, понятие "тактильный Интернет" уже используется специалистами при описании сервисного потенциала будущих телекоммуникаций. Различные сенсорные ощущения могут быть объединены с голограммами, и в материалах, посвящённых сетям 6G, уже используется термин Internet of Skills (дословно — Интернет навыков), подчёркивая тем самым возможность передавать знания и умения через Интернет средствами VR-решений и с помощью голограмм. Иначе говоря, новые знания будут приходить в виде откровения непосредственно из информационной среды (да ещё под влиянием какого-нибудь искусственного интеллекта). Также многим уже очевидно, что дальнейшее развитие здравоохранения и, тем более, переход к 4G-медицине совершенно невозможно себе представить без генетического тестирования, хранения и передачи геномов по сетям связи.

В общем, если присмотреться, можно заметить достаточно большое число технологических решений, развивающихся прямо сейчас и способных ещё больше изменить нашу жизнь. Например, представьте, что во время видеоконференции в Zoom вы сможете видеть не "шахматную доску" из участников, а трёхмерные голографические изображения посетителей онлайн-собрания (а то и суметь пожать им руки или даже поцеловать, что в эпоху всемирной пандемии может быть актуальным). Интернет-приложения и web-сайты смогут устанавливать тактильные связи с пользователем, передавая ощущения прикосновения. Прототипы технологий, вроде электронно-механических приставок к человеческому телу, позволяющие передавать касания, запахи и объёмное звучание, уже существуют. Важной, но вполне реализуемой задачей остаётся вопрос их массового внедрения. Кому-то это покажется интересным, а кто-то обязательно захочет на этом заработать. Причём каких-то лет десять назад никто и представить не мог, что VR-решения будут доступны широким массам. Однако сегодня оборудование для VR уже можно приобрести в обычном магазине цифровой техники, а приложения для виртуальной реальности — скачать из Интернета. В ведущих вузах появляются новые дисциплины, связанные с изучением VR-технологий, открываются лаборатории AR.

Голограммы и мультисмысловые коммуникации — следующие рубежи в этом виртуальном способе коммуникации. В 2017 г. известный физик Стивен Хокинг прочитал лекцию аудитории в Гонконге с помощью голограммы, продемонстрировав растущий потенциал такой технологии. Голограммы — это не просто технологический трюк или только развлечение, это, скорее, логическая эволюция видеосвязи, обеспечивающая гораздо более богатый пользовательский опыт. Проверочные испытания голографического телеприсутствия уже ведутся. Когда он развёрнут, голографическое присутствие позволит удалённым пользователям визуализированное локальное присутствие. Например, технические специалисты, выполняющие удалённое устранение неисправностей и ремонт, врачи, выполняющие удалённые операции, и улучшенное дистанционное обучение в классах могут извлечь выгоду из визуализации голограмм.

Значительный потенциал содержит голографическое телеприсутствие для ликвидаторов различных ЧС, военных и, конечно, политиков. Голограмма полностью передаёт функционал своего источника информации, создавая максимально возможный эффект присутствия. Однако повредить этому источнику, воздействуя на голограмму, невозможно. Поэтому самые разные лица могут, к примеру, виртуально присутствовать в самых горячих точках планеты, не опасаясь за свою жизнь и производя максимальный психологический эффект на тех, кому они не по нраву.

Скорость передачи данных для голограмм требуется очень высокая (по крайней мере, на сегодняшний день). Помимо стандартных свойств видео, таких как цвет, глубина, разрешение и частота кадров, голографические изображения потребуют передачи с нескольких точек обзора, чтобы учесть изменение наклона, углов и положений наблюдателя относительно голограммы. В качестве примера, если человеческое тело нанесено на карту, скажем, с размерами 4×4 дюйма, тогда человеку размерами шесть футов на 20 дюймов для передачи его голограммы может потребоваться скорость передачи 4,32 Тбит/с. И это значительно больше, чем могут предоставить системы 5G.

Кроме того, чтобы постоянно обеспечивать такие высокие скорости передачи данных, требуется дополнительная синхронизация для координации передач с нескольких точек зрения, обеспечивая беспрепятственную доставку контента и удобство для пользователя. Некоторым приложениям может потребоваться объединить голограммы с данными из других источников. Это позволит передавать данные обратно в визуализированный объект из удалённой точки. Комбинации тактильных сетей и голограмм, особенно если мы сможем прикоснуться к последним, могут открыть новые приложения. В то время как аудио, видео и голограммы связаны со зрением и слухом, специалистами уже рассматривается возможность общения с участием всех пяти органов чувств, включая обоняние и вкус, а также эмоции. В целом с голограммами можно интегрировать самые разные сенсорные ощущения. С этой целью использование голограмм в качестве средства коммуникации, носимых устройств с распознаванием эмоций, способных контролировать психическое здоровье, облегчать социальные взаимодействия и улучшать жизненный опыт, поскольку сами пользователи станут строительными блоками сетей будущего.

Связь для всего сущего подразумевает использование 5G в качестве платформы. Порядок или даже большее число запланированных взаимосвязей и их широкое использование будут ещё одной определяющей характеристикой будущего общества. Это будет включать инфраструктуру,

которая необходима для бесперебойного функционирования общества, к которому мы привыкли сегодня, например, водоснабжение, сельское хозяйство, бесперебойное электроснабжение, транспорт и логистические сети. Это приводит к необходимости работать с несколькими типами сетей, выходящими далеко за рамки современных стандартных наземных сетей связи. Предпринимаются значительные попытки разработать непрерывный глобальный широкополосный доступ посредством интеграции между наземными сетями и многими запланированными спутниковыми сетями, особенно для низкоорбитальных спутников. Связь с движущимися платформами, такими как системы на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), также требуется, поскольку появляется много новых приложений. Вдобавок к этому есть желание исследовать жизнь на других планетах. Успешная работа такой критически важной инфраструктуры приводит к необходимости обеспечения безопасности за пределами того, что возможно сегодня. В дополнение к этому, повышенная надёжность датчиков, контролирующих инфраструктуру, также важна для успешного перехода к действительно подключённому к сети обществу.

Приложения, чувствительные ко времени и времени разработки, означает следующее: люди и машины чувствительны к задержкам доставки информации (хотя и в разной степени). Своевременность доставки информации будет иметь решающее значение для сильно взаимосвязанного общества будущего. Новые приложения, которые интеллектуально взаимодействуют с сетью, потребуют гарантированной пропускной способности и своевременности поступления. По мере того как мы внедряем гаджеты в нашу жизнь, быстрое реагирование и взаимодействие в режиме реального времени будут иметь всё большее значение. В сети с огромным количеством подключённых датчиков, которые являются конечными точками связи, своевременность становится критически важной, а позднее поступление информации может даже иметь катастрофические последствия. Чувствительность ко времени также оказывает глубокое влияние на другие способы связи в будущем, такие как тактильный контроль. Собственно, настанет время, когда тактильный Интернет предоставит платформу для прикосновения и активации в реальном времени. Ведь из-за существующего системного дизайна и архитектурных ограничений современные системы 5G не могут полностью виртуализировать какие-либо навыки, выполняемые в другой части мира, и перенести их в выбранное место с задержкой реакции человека в 1 мс. Это будет решено в системах 6G с более компактной сетевой архитектурой и более продвинутой обработкой данных.

Поскольку многим приложениям 6G потребуется доступ к радиоспектру с очень широкими полосами частот, использование диапазона от 100 ГГц до 1 ТГц приобретает первостепенное значение. В целом экосистема 6G будет иметь широкий диапазон частотных диапазонов от 6 ГГц до 1 ТГц. Разумеется, сегодня существуют ограничения, которые необходимо преодолеть для реализации рабочих систем в указанных диапазонах. Специалисты формируют новый взгляд на проблемы физического и более высокого уровня, связанные с проектированием базовых сетей следующего поколения, новыми методами модуляции и кодирования, новыми методами множественного доступа, антенными решётками, распространением волн, конструкции радиочастотных приёмопередатчиков и обработки сигналов в реальном времени. В настоящее время обсуждаются фундаментальные изменения, которые потребуются в базовых сетях будущего, такие как редизайн или значительное сокращение транспортной архитектуры, которая служит основным источником задержки для чувствительных ко времени приложений. Это, к примеру, резко контрастирует с существующими иерархическими сетевыми архитектурами, которые не подходят для реализации многих ожидаемых услуг 6G.

Итак, 6G будет соединять не только людей, но также и автономные подключённые вещи (устройства). И дело тут совсем не только в скорости. Новое поколение будет отличаться следующим:

— горизонтальная технологическая коммуникационная платформа для многих разнородных отраслей всей экономики, от здравоохранения и автомобильной промышленности до сельского хозяйства и госуправления. Модули связи, встроенные во все другие системы, станут "новым электричеством", от которого будут зависеть все отрасли и повседневная жизнь (впрочем, и про "старое" электричество забывать не стоит);

— всё внимание к крайне низкой задержке распространения сигнала. Предыдущие поколения беспроводных сетей в основном фокусировались на пропускной способности канала, т. е. того, какой объём данных можно через него пропустить в единицу времени. Чем больше пропускная способность, тем больше "труба" для таких услуг как, например, видеосервис Netflix. В 6G, наоборот, больше внимания будет уделено задержкам сигнала в сети, что выливается в то, сколько времени надо на реакцию и обучение сети. Типичное применение — аналитика на границе сети для Индустрии 4.0, например, граничные устройства Интернета вещей (IoT), взаимодействующие с AR;

— гетерогенные (разнородные) сети. Есть много типов беспроводных сетей: сотовые, Wi-Fi, спутниковые (тоже нескольких типов, низко- и высокоорбитальных спутников). 6G будет объединять всё это сетевое разнообразие, причём как публичные, так и частные (корпоративные).

Исследования беспроводных систем 6G в настоящее время находятся в центре внимания большого числа публикаций в журналах и конференциях, основных докладов и панельных дискуссий на ведущих конференциях и семинарах, а также в рабочих группах органов по стандартизации, таких как ITU-T. Для подавляющего большинства этих исследований объём работ варьируется от характеристики потенциальных вариантов использования 6G и определения их требований до анализа возможных решений, в частности, для физического стека взаимодействия открытых систем (OSI).

Существующие технологии 4G и ожидаемые скорости передачи данных в 5G не смогут обеспечить реализацию указанных выше возможностей. Необходимые технические требования для реализации голографической и VR-связи будут описаны в стандартах для 6G-сетей. И кто знает, к чему приведут нас возможности такого рода коммуникаций.

Чтобы реализовать потенциал 6G, нужно достаточно много сделать в области выделения спектра и разработки сетевых архитектур. Вот три примера архитектурных инноваций 6G:

— 6G будут сосредоточены в основном на границе сети. Каким бы мощным ни было центральное облако и большие дата-центры, а информация, по большей части, будет обрабатываться на границе сети (Edge Computing). Этот тренд будет определяющим в том, как полностью раскрыть потенциал 6G;

— 6G будет более открытой сетью (сетями). Архитектура сети будет становиться всё более модульной по древнему принципу "разделяй и властвуй". Но в хорошем смысле. "Властвуй" здесь означает "управляй более эффективно". Сам Интернет стоит на взаимодействии (интерфейсах) между его уровнями. Открытая архитектура будет способна эффективно и по требованию менять модули в радиосети и даже другие вышестоящие уровни, например, транспортный, как это нужно для наиболее эффективного предоставления той или иной услуги;

— 6G будет более доступной по отношению к её сервисам, услугам и приложениям. Сама инфраструктура, как и спектр беспроводных сетей доступа 6G, будет динамически "нарезаться", чтобы облегчить формирование приложения из нескольких модулей и снизить тем самым стоимость развёртывания и обслуживания инфраструктуры.

Все эти инновации уже сегодня выходят за рамки лабораторий и тестовых зон, и часть из них будет опробоваться и реализовываться уже в 5G. Можно сказать, что между 5G и 6G не будет такого резкого водораздела, как, например, между 2G и 3G или 4G и 5G. И всё это будет происходить уже в текущем десятилетии.

Есть одно интересное наблюдение, о котором нельзя не упомянуть, и заключается оно в том, что, когда

речь заходит о скоростях 200 Гбит/с для одного абонента, кабельные соединения называют узким местом для реализации таких скоростей. Интересно то, что парадигма представления о возможностях проводной и беспроводной связи на протяжении последних двадцати лет несколько раз менялась, и, бывало, делались диаметрально противоположные утверждения. Было время, когда индустрия телекоммуникаций делала ставку на медные кабельные линии связи, аргументируя это тем, что беспроводная передача данных просто неспособна обеспечить высокие скорости. Когда появились беспроводные технологии MIMO, миллиметровый диапазон и эффективные виды модуляции сигнала, ставку уже делали на беспроводную связь. Позже предел роста скоростей беспроводных сетей был достигнут, и все начали говорить о том, что без оптических кабелей никуда, по крайней мере нужно же как-то объединять в микросоты элементы 5G сетей между собой. Сегодня в 6G картина снова меняется, поскольку мы движемся к более высоким скоростям передачи данных, проводные каналы опять называют одним узким местом, от которого нужно будет уходить, переводя всю коммуникацию в пространственно-независимый вариант.

Также в концепцию 6G будут заложены так называемые Hot Points (горячие точки) с чрезвычайно высокими скоростями передачи данных в несколько Тбит/с. Разумеется, чтобы официально заявлять о реализации подобных точек консолидации, необходимо провести ещё много исследований и только после этого перейти к фактическому процессу стандартизации.

Несомненно, что с выходом 6G, ориентированного на терагерцовые частоты, возникнут большие проблемы при создании нового оборудования. Для более быстрых устройств также потребуются более совершенные полупроводниковые технологии. Проблемы энергопотребления также не стоит выводить на второй план. Впрочем, подобные проблемы регулярно возникали и в сетях всех предыдущих поколений. Есть ощущение, что всё указанное выше однажды появится, и это лишь вопрос времени. Другой вопрос: как мы всем этим воспользуемся?

По материалам** Proceedings of the IEEE (Volume: 109, Issue: 7, July 2021), а также **ТАСС, huawei.com, shalaginov.com, itweek.ru, cnews.ru, androidauthority.com, prc.today, nag.ru, zanauku.mipt.ru, habr.com

Гибридный УМЗЧ "Дуэт"

В. ФЕДОСОВ, г. Краснодар

В статье приведены схема и описание одного канала мощного высококачественного гибридного усилителя, а также его общая компоновка. На сайте журнала имеются чертежи корпуса.

История гибридных усилителей началась в 60-х годах прошлого столетия. О гибридных усилителях писал и журнал "Радио" [1—5]. Публикации в журнале "Радио", а в последнее время обсуждения на многочисленных форумах в Интернете свидетельствуют о возросшей популярности таких усилителей. Сочетание ламп и транзисторов позволяет достигать и определённых преимуществ в качестве звучания. Современный уровень техники позволяет сделать то, что раньше без полупроводников сделать было либо очень сложно, либо вообще невозможно. Обычно лампы в таком усилителе применяются в предварительной части, а транзисторы — в выходном каскаде, где они усиливают не напряжение, а ток, т. е. мощность сигнала.

Такие усилители выпускают многие фирмы, к примеру, европейский усилитель Magnat RV3, немецкие усилители MA400, MA600, MA800, MA1000, греческие моноблоки Ypsilon с межкаскадным трансформатором и многие другие. К сожалению, большинству аудиолюбителей их достойные образцы не доступны по причине их весьма высокой цены. Чаще всего встречаются самые простые усилители, состоящие из входного усилителя на лампе, разделительного конденсатора и повторителя класса А на полевых или биполярных транзисторах. Такие гибридные усилители обладают малой выходной мощностью.

Большая часть аудиолюбителей исходят из принципов "соберу, что подешевле", или "соберу, что попроще", т. е. собирают свои усилители по самым простым схемам. Очень распространён постулат: входная раритетная лампа и повторитель на выходе — это гарантия высокого качества звука. Кроме того, в среде аудиофилов на многочисленных форумах в Интернете утверждается, что в Hi-End гибридном усилителе никакой ОС не должно быть, потому что она "убивает" звук и портит спектр. Однако в гибридном усилителе не всё так просто. Как известно, основной вклад в нелинейные искажения вносит выходной каскад, а исправить или уменьшить их может как общая ООС, так и тщательная подборка выходных пар транзисторов.

При конструировании гибридного усилителя, кроме уменьшения его искажений, возникает ещё вопрос о том, как влияет ламповый драйвер на спектр выходного сигнала. Из проведённых автором исследований можно сделать вывод о том, что "голос" гибридного усилителя, а точнее, спектр его сигнала, на 90 % зависит от лампового драйверного каскада усиления

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2022

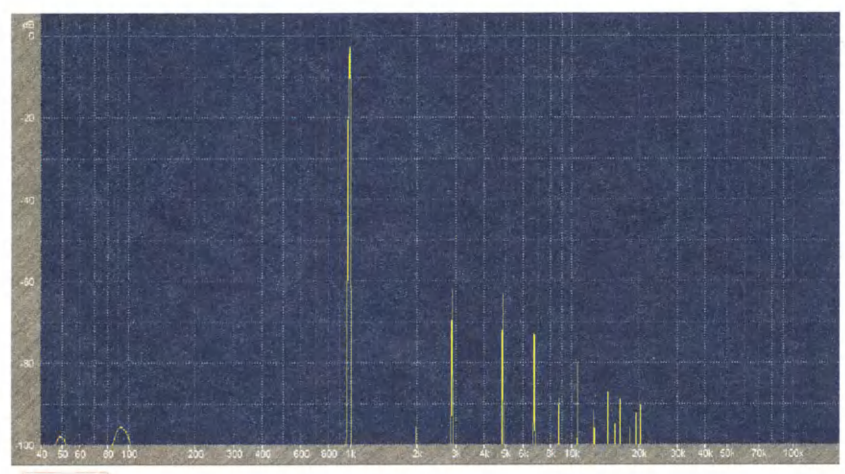


Рис. 1

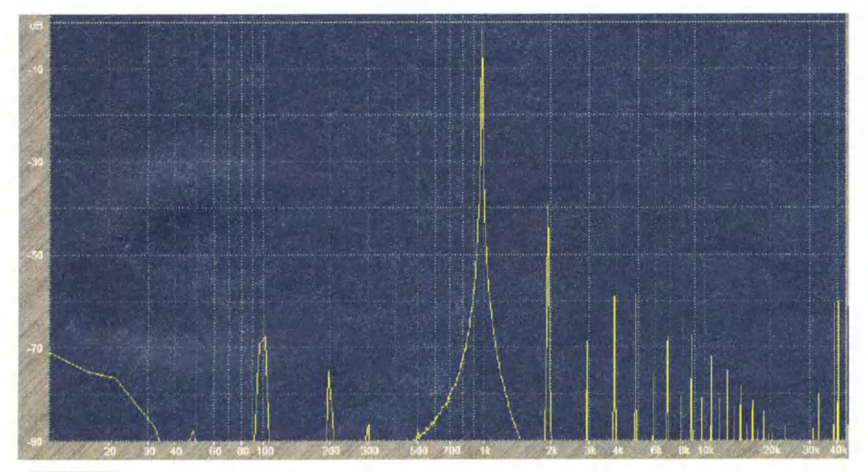


Рис. 2

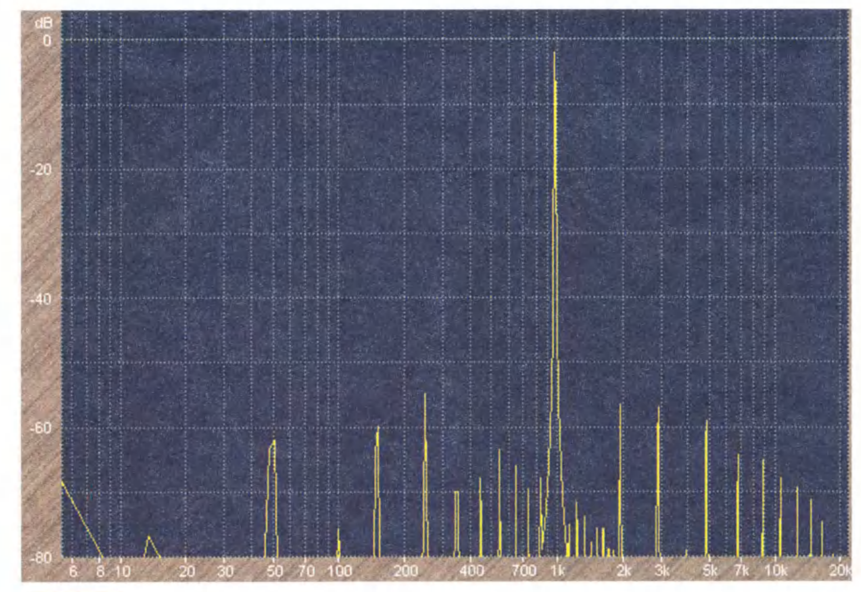


Рис. 3

напряжения. Человеческий слух, особенно тренированный, обладает исключительно высокой чувствительностью именно к спектральному составу искажений. Особенно это проявляется при атаке сигнала. Различные уровни чётных и нечётных гармоник, отличие в скорости нарастания и убывания спектральной плотности, наличие или отсутствие доминантных гармоник воспринимаются как изменение характера звучания.

Исследование влияния ООС и различных схемных решений было проведено с целью установить, как различные схемы драйвера влияют на спектр усилителя и его звучание в целом. Спектры различных каскадов усиления на одной и той же лампе 6Н1П исследовались с помощью программного комплекса Шмелёва. Выходной сигнал контролировался осциллографом и автоматическим измерителем нелинейных искажений СК6-13. Для чистоты эксперимента применялся один и тот же выходной каскад на биполярных транзисторах. Уровень выходного сигнала во всех вариантах был одинаков — 18 В на нагрузке 4 Ом. Читатели могут посмотреть, как изменяется спектр выходного сигнала усилителя для ламповых драйверных каскадов, собранных по различным схемам, и самостоятельно сделать вывод о вреде или о пользе ООС в гибридном усилителе. На **рис. 1** показан спектр генератора измерителя нелинейных искажений СК6-13, на **рис. 2** — спектр классического резистивного усилительного каскада на лампе 6Н1П, где ООС отсутствует. На **рис. 3** показан спектр каскада усиления с дросселем в цепи нагрузки, ООС также отсутствует. На **рис. 4** — спектр SRPP-каскада (каскодная схема) без общей ООС. На **рис. 5** — спектр SRPP каскада, дополненного генератором тока, ООС отсутствует. На **рис. 6** и **рис. 7** — спектры гибридного усилителя с каскодным драйвером с введённой ООС. На **рис. 8** — осциллограмма меандра на частоте 1 кГц, видно, что на фронте и спаде видны малозаметные выбросы, которые присутствуют и на сигнале генератора Г3-112/2. При отсутствии ООС эти выбросы отсутствуют на выходе усилителя во всех указанных выше экспериментах. С предложенным драйвером и при наличии общей ООС эти выбросы имеют такую же пропорцию, как и на выходе генератора Г3-112/2. Изучив спектры и оценив искажения различных применённых схемных решений, можно сделать вывод, что вводить общую отрицательную ОС в подобный гибридный усилитель имеет смысл, и это может быть полезным.

Цепь ООС подавляет как внутренние шумы, так и наводки от цепей питания, уменьшает нелинейность выходного каскада и уменьшает его выходное сопротивление. Низкое выходное сопротивление усилителя за счёт лучшего демпфирования АС будет снижать искажения переходной характеристики, которые проявляются как эффекты "размытости", "гудения" и "запаздывания баса". В усилителе обратной свя-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

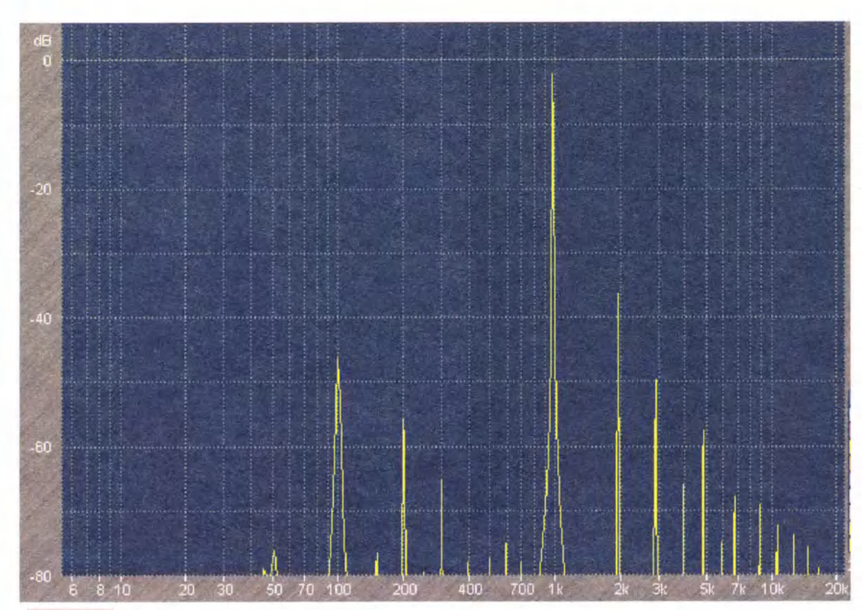


Рис. 4

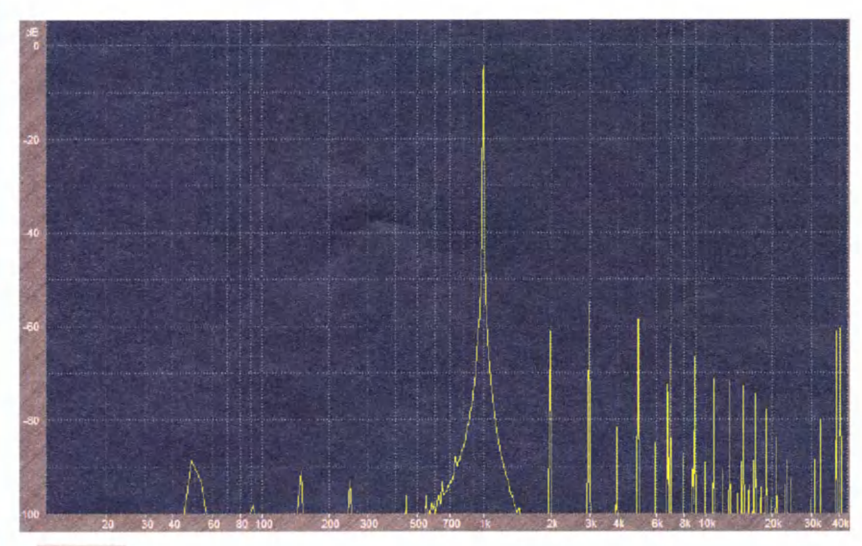


Рис. 5

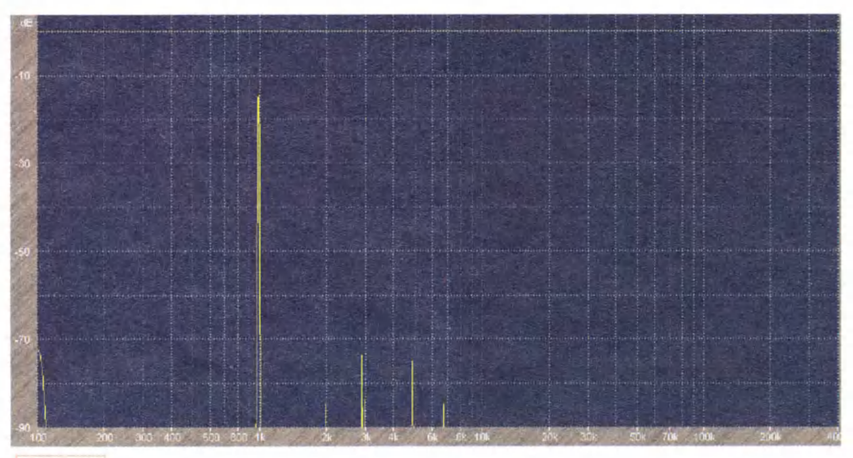


Рис. 6

зью охвачены изначально линейные ламповые каскады и повторитель на биполярных транзисторах, с подобранными парами. В этом случае обеспечивается стабильность параметров усилителя во времени и в разных условиях эксплуатации.

Усилитель нагружался резистивным эквивалентом нагрузки сопротивлением 4 Ом, а выходной сигнал контролировался осциллографом и автоматическим измерителем нелинейных искажений СК6-13. Спектр сигнала регистрировался с помощью программного комплекса Шмелёва. Для налаживания усилителя применялись генераторы Г3-112/2 и Г3-118, измерения производились на частоте 1 кГц. При выходном напряжении 18 В (мощность — 81 Вт) коэффициент нелинейных искажений — 0,044 %. При выходном напряжении 28 В (мощность — 196 Вт) коэффициент нелинейных искажений — 0,26 %.

Если кто-то считает, что коэффициент нелинейных искажений 0,26 % при мощности 196 Вт — это много, вот что пишут о заметности нелинейных искажений в [6]. Человеческий слух по-разному воспринимает гармоники разного порядка. Чем выше гармоника, тем она заметнее влияет на восприятие и тем субъективно хуже человеком оценивается звук. Например, 1 % второй гармоники не смогут услышать даже эксперты-профессионалы, а в интервале 1,8...3,5 % вторую гармонику способны обнаружить большинство людей.

При входном сигнале 2 В на выходе усилителя на нагрузке 4 Ом будет напряжение сигнала 36 В (мощность 324 Вт). Поэтому сигнал с CD-плейера можно подавать на усилитель непосредственно, не используя предварительный усилитель.

Схема одного канала усилителя показана на **рис. 9**. Гибридный каскод на лампах VL1.1 и VL2 выполняет функцию усилителя напряжения. Он имеет коэффициент усиления 944 без ООС. Глубина ООС и чувствительность усилителя зависят от сопротивления резисторов R1 и R2. Если необходимо изменить чувствительность, необходимо подобрать резистор R2. Первым этажом гибридного каскода является каскад с общим катодом на низковольтной лампе VL1.1 (6Н23П). Аналоги этой лампы ECC88, 6DJ8 и 6922 широко применяются в звуковых усилителях, например, в гибридных усилителях Copland CS-14 и LAMM M1.1. Для увеличения коэффициента усиления нижнюю и верхнюю лампы разделяет эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VT1. В качестве второго этажа гибридного каскода применён каскад с общей сеткой, который собран на высоковольтной лампе VL2 (6Н1П), триоды которой включены параллельно. Сочетание ламп, эмиттерного повторителя на транзисторе и индуктивная нагрузка в цепи анодов позволяют получить большой коэффициент усиления без ООС и выходное напряжение до 120 В при полосе пропускания от 4 Гц до 800 кГц.

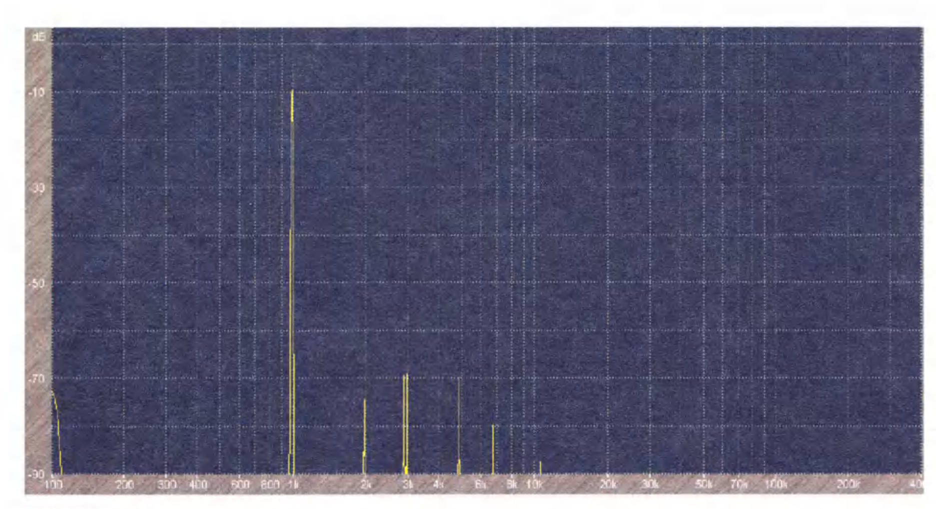


Рис. 7



Рис. 8

Такой большой размах напряжения и широкая полоса пропускания означают быстродействие ООС, следовательно, и высокое быстродействие усилителя. Поэтому усилитель "Дуэт" можно отнести к быстрым и мощным усилителям, а за счёт лампового каскада усиления он имеет спектр лампового усилителя, а ООС обеспечивает малые нелинейные искажения.

Сигнал с входного разъёма XS1 поступает на сетку лампы VL1.1. Ток покоя задаётся в цепи катода резистором R6, который зашунтирован конденсатором C3. Напряжение смещения можно также задать и двумя светодиодами красного свечения, которые включаются последовательно взамен резистора R6. С анода первой лампы сигнал поступает на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VT1, и далее через конденсатор C4 и резистор R7 — в катод лампы VL2. За счёт применения эмиттерного повторителя уменьшаются нелинейные искажения каскада на лампе VL1.1 и существенно повышается общее усиление каскода. Напряжение смещения для лампы VL2 задано резистором R7, который можно заменить цепочкой из 14 шт. диодов КД521А, включённых последовательно. В этом случае конденсатор C4 можно исключить. Каскад с общей сеткой на лампе VL2 имеет широкую полосу пропускания и высокое выходное сопротивление. Поэтому для согласования сопротивлений с анода этой лампы сигнал через разделительный конденсатор C7 подаётся на истоковый повторитель, который собран на транзисторе VT9. Ёмкостная связь лампового каскада с усилителем тока была выбрана как самая простая. При таком построении к конденсатору C7 предъявляются повышенные требования. Максимальное напряжение на нём может достигать 300... 400 В, а его ёмкость должна быть в интервале от 10 нФ до 100 нФ. При выборе конденсатора необходимо исходить из минимально необходимой ёмкости. Так, например, при расчёте частоты среза 10 Гц и при входном сопротивлении 1 МОм ёмкость конденсатора — около 15 нФ. Здесь подойдёт конденсатор серии ФТ-2, ФТ-3, Wima MKP, Hovland, Auri, Cardas, Jensen PIO. В радиолюбительской литературе также советуют серебряно-слюдяные конденсаторы ССГ, СГМ-4, К31-11-3Г, а также и другие серий, например, К71, К78, К73, К40У-9, К40У-2, К42У-2, ФТ, КГБ-И, К77-1 на соответствующее напряжение.

Драйвер и выходной каскад можно налаживать отдельно друг от друга, а изменение режима драйверного каскада не оказывает прямого влияния на режим выходного каскада. Выход из строя лампы драйвера не приводит к фатальным последствиям для выходного каскада. Поскольку ламповый драйвер имеет гальванические связи, необходимо стабилизировать его анодные напряжения. Поэтому в устройстве применены два высоковольтных стабилизатора напряжения. Первый стабилизатор анодного напряжения для лампы 6Н23П собран на транзисторе VT4 и стабилитронах VD9—VD11. Второй стабилизатор анодного напряжения для лампы 6Н1П собран на транзисторе VT2 и стабилитронах VD3—VD11. Транзистор VT3 работает как мощный стабилитрон и снижает рассеиваемую мощность на транзисторе VT1.

Мощный выходной двухтактный каскад собран на биполярных транзисторах, а на его входе установлен полевой транзистор VT9 с изолированным затвором, который работает в классе А. Это — буферный каскад с высоким входным и низким выходным сопротивлениями. Его входное сопротивление — 1 МОм и не зависит от амплитуды сигнала, что благоприятно сказывается на линейности усилителя. Для компенсации ёмкости затвора полевого транзистора применяется ПОС через резистор R25 и конденсатор C13. Ток покоя транзистора VT9 задаёт генератор тока на транзисторе VT6. Цепь R24VD16 служит для предотвращения пробоя затвора транзистора VT9. Мощность, отбираемая буферным каскадом с выходной лампы 6Н1П при выходном напряжении 38 В, — не более 1,44 мВт, а отбираемый ток при этом выходном напряжении — не более 38 мкА. Триоды лампы VL2 (6Н1П) включены параллельно и развивают мощность до 5 Вт, их суммарный анодный ток — 20 мА. Получается, что входной ток буферного каскада в 526 раз меньше тока сдвоенной лампы VL2. Кроме того, за счёт общей ООС по напряжению выходное сопротивление лампового драйверного каскада существенно уменьшается.

Наличие лампового драйверного каскада позволяет получить сигнал напряжением до 120 В, поэтому максимальное выходное напряжение УМЗЧ будет, по сути, ограничено только напряжением питания выходного каскада.

Ток покоя всех последующих каскадов задаётся подстроечным резистором R18. Транзистор VT15 закреплён на общем теплоотводе выходных транзисторов и выполняет функцию установки тока покоя и его термостабилизацию для тройки Дарлингтона на транзисторах VT11, VT13, VT15—VT18. Благодаря параллельному включению четырёх транзисторов в одном плече их характеристики усредняются, снижаются и искажения, особенно при больших токах нагрузки. Конденсатор C12 установлен для шунтирования динамического сопротивления транзистора VT5, также это обеспечивает улучшение симметрии базовых цепей на ВЧ и значительно

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

уменьшает нелинейные искажения. Аналогичная тройка Дарлингтона установлена и в нижнем плече выходного каскада, который собран на транзисторах VT12, VT14, VT19—VT22, он также фактически не нагружает каскад на транзисторе VT9.

Резисторы R34—R41 в эмиттерных цепях выходных транзисторов позволяют равномерно распределить рассеиваемую мощность между ними и обеспечивают устойчивость усилителя. Эти резисторы влияют и на нелинейность выходного сопротивления. Их влияние тем больше, чем больше выбран ток покоя. Меньше всего изменяется выходное сопротивление усилителя совсем без этих резисторов. Несмотря на то, что транзисторы в эмиттерном повторителе охвачены 100 % отрицательной обратной связью, а также имеется ещё и общая ООС, симметрию выходного каскада дополнительно лучше обеспечить подбором. Для подбора пар транзисторов был использован прибор Л2-42. Комплементарные пары транзисторов надо тщательно подбирать по коэффициенту передачи тока $h_{21э}$ и напряжению база—эмиттер $U_{БЭ}$ при одинаковом токе базы. Только в этом случае можно получить малые нелинейные искажения. В выходном каскаде можно применить транзисторы TIP41C, TIP42C, 2SA1302, 2SC3281, 2SC2922, 2SA1216, MJ15003, MJ15004. Ток покоя устанавливают в интервале 70...120 мА. При таком токе выходной каскад на большой мощности показал коэффициент нелинейных искажений не более 2,5 % (без общей ООС). Оптимальный ток покоя выходного каскада — 120 мА, однако ввиду большой плотности монтажа и недостаточно больших размеров теплоотводов был установлен ток покоя 80 мА. Выбор тока покоя транзисторов индивидуален — всё зависит от имеющихся в распоряжении теплоотводов, вентиляторов и типа используемых транзисторов. Для охлаждения на каждый канал использован компьютерный вентилятор размерами 75×75 мм.

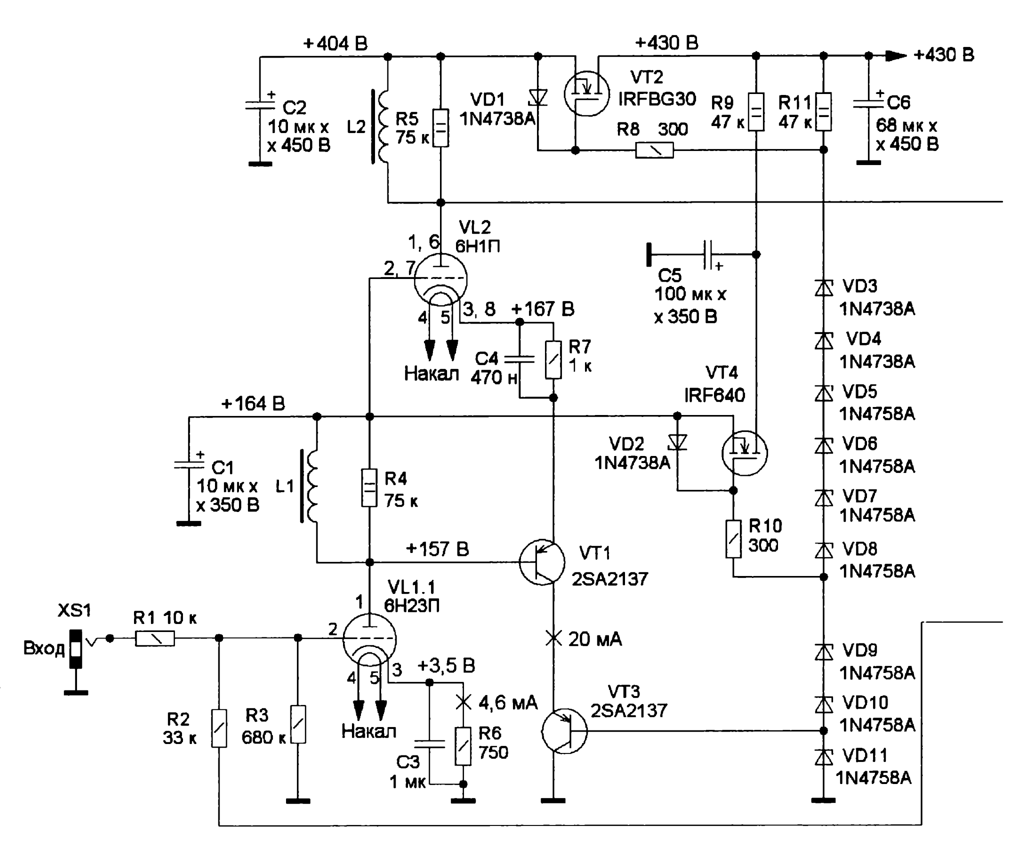


Рис. 9

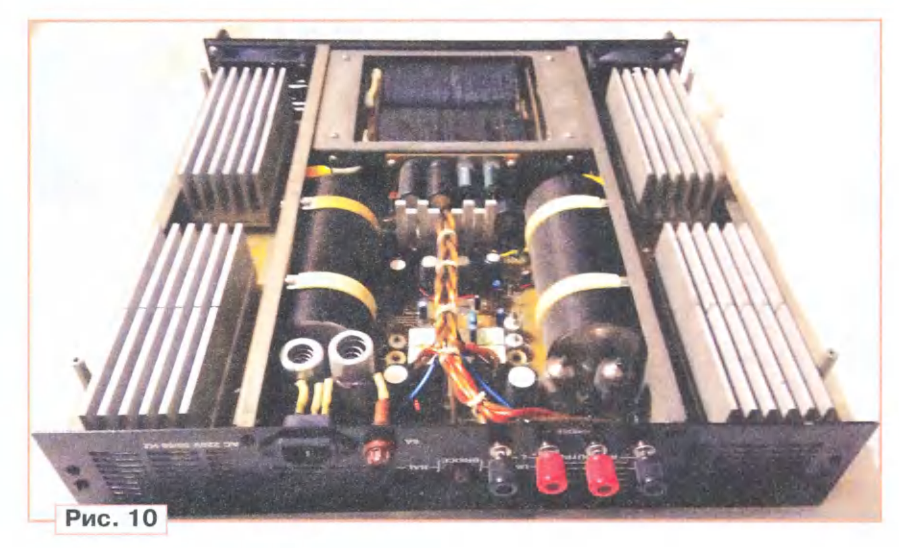


Рис. 10

Выходной каскад дополнен узлом защиты от КЗ, который собран на транзисторах VT8, VT7, VT10. Его схема позаимствована из усилителя Н. Сухова [7]. Там же есть и методика налаживания. В качестве дросселя использован понижающий герметизированный трансформатор ТПГ-2, а точнее, его первичная обмотка. Его вторичная обмотка может быть любой. Алюминиевые теплоотводы размерами 80×60×100 мм были укорочены по высоте и установлены на алюминиевую пластину толщиной 5 мм. На пластину установлены по два теплоотвода на плечо, четыре на канал. Выходные транзисторы установлены непосредственно на пластине, а она крепится к печатной плате, которая опирается по всей длине на элементы корпуса. За установку нуля на выходе УМЗЧ отвечает ОУ DA1. УМЗЧ имеет защиту от постоянного напряжения на выходе, которая на схеме не показана.

Накалы ламп VL1 и VL2 питаются от разных стабилизаторов напряжения. Протекание тока с подогревателя на катод у лампы VL1.1 устраняется подачей напряжения 56 В на цепь накала. Это напряжение снимается со стабилитрона VD11. Протекание тока с подогревателя на катод у лампы VL2 также устраняется подачей положительного напряжения на накал, которое снимается с стабилитрона VD7.

Компоновка усилителя показана на **рис. 10**. Корпус усилителя металлический типоразмера 2U, масса усилителя — 23 кг. Корпус имеет три отсека. В левом и правом отсеках размещены теплоотводы соответствующего канала

к выв. 7 DA1 +15 В R16 100 R19 47 к
VT15–VT18 2SC5200 +56 В
C10 4 мк VD13 1N4744A VT9 IRF640
R22 1 к R24 300 C14 10000 мк х х 63 В
C13 3300 C7 10 н VD16 1N4738A R25 1 к
R18 470 R12 15 к R14 1 М DA1 OP07CP
VT13 2SC5200 VT11 2SC4793 R26 1 к VT8 KT502E
VT5 KT814A VT15 VT16 VT17 VT18
R17 1 к C12 0,47 мк C8 4 мк R27 1 к VT10 KT502E
VD17 VD19 VD21 VD23
VT7 KT503E R29 1 к R30 2,2 к R33 24 R34 0,2 R36 0,2 R38 0,2 R40 0,2
R13 15 к Выход
C11 4 мк VD12 VD14 R20 15 к R31 1 к R35 0,2 R37 0,2 R39 0,2 R41 0,2
VD12, VD13 КД521А
R28 47 к R32 240 VD18 VD20 VD22 VD24
VT6 2SC4793 20 мА HL1 VT19 VT20 VT21 VT22
C9 4 мк VD15 1N4744A R23 47 VT12 2SA2137 VT14 2SA1943 C15 10000 мк х х 63 В
к выв. 4 DA1 R15 100 R21 47 к −15 В +56 В
VD17–VD24 КД521А VT19–VT22 2SA1943

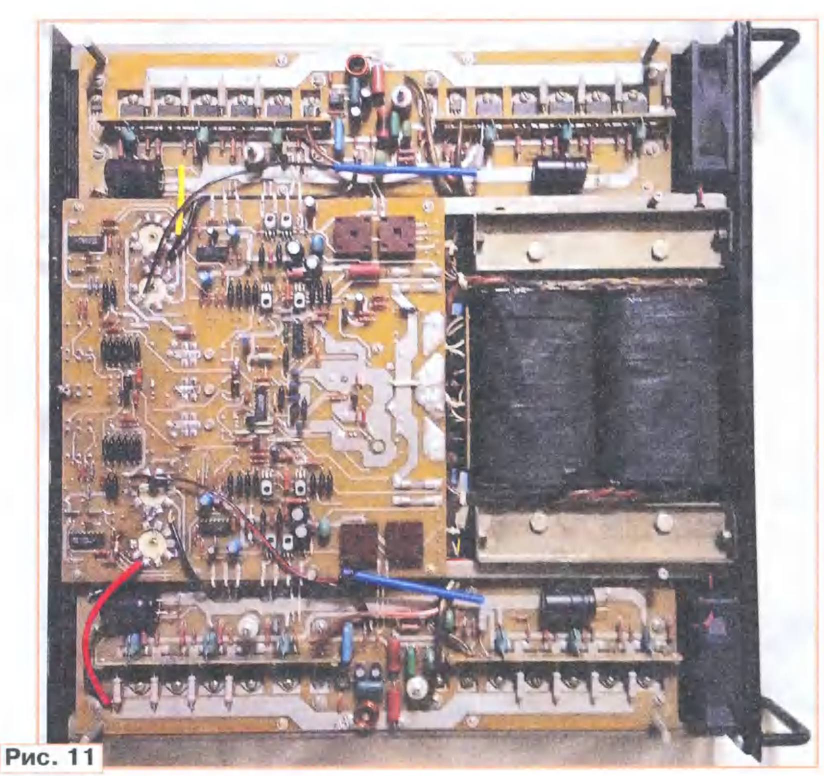


Рис. 11

и вентилятор. В центральном отсеке установлены силовой трансформатор и сглаживающие конденсаторы выпрямителя. Там же установлена основная плата, на которой расположены ламповые каскады, выпрямители, система автоматики и индикации. За счёт двух перегородок слева и справа создаётся необходимая жёсткость корпуса. Вид на монтаж усилителя показан на **рис. 11**.

Налаживание УМЗЧ сводится к установке тока покоя выходного каскада и настройке узла защиты выходного каскада от КЗ. При монтаже и сборке необходимо придерживаться общеизвестных правил монтажа подобных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Зельдин Е.** Комбинированный ламповополупроводниковый усилитель. — Радио, 1960, № 10, с. 54.
2. **Бурундуков В.** Стереофонический усилитель НЧ. — Радио, 1968, № 7, с. 31, 32, 39.
3. **Карпов Е.** Трансформаторные каскады с парафазным возбуждением. — Радио, 2004, № 2, с. 15, 16; № 3, с. 20—22.
4. **Гришин В.** Гибридный УМЗЧ. — Радио, 2013, № 2, с. 15, 16; № 3, с. 16.
5. **Федосов В.** УМЗЧ на лампе ГМ70. — Радио, 2021, № 3, с. 11—15.
6. **Алдошина И., Войшвилло А.** Высококачественные акустические системы и излучатели. — М.: Радио и связь, 1985.
7. **Сухов Н.** УМЗЧ высокой верности. — Радио, 1989, № 6, с. 55—57; № 7, с. 57—61.

__От редакции__. Чертежи элементов корпуса усилителя находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/duet.zip__ на нашем FTP-сервере.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Расчёт пульсаций в блоке питания с балластным конденсатором

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Блоки питания с балластным конденсатором часто используются в радиолюбительских конструкциях, им посвящено много статей. В публикации [1] рассмотрен выбор элементов для таких источников, обеспечивающих их надёжную работу, а в [2] приведён их расчёт и варианты схем источников с несколькими выходами. Однако в известных автору статьях нет, по его мнению, чёткого и обоснованного расчёта амплитуды пульсаций выходного напряжения. Эта статья должна восполнить этот пробел.

Типовая схема блока питания с гасящим конденсатором приведена на **рис. 1**. Номиналы указаны для макета, на котором проверялись результаты расчёта, резистор R3 — нагрузка. Для удобства экспериментальной проверки работы источника питания резистор R2, ограничивающий бросок тока зарядки конденсатора C1 в момент включения, перенесён из первичной цепи моста во вторичную. При номинальном напряжении сети 230 В выходное напряжение составило 12,5 В, ток через резистор R3 — 31 мА.

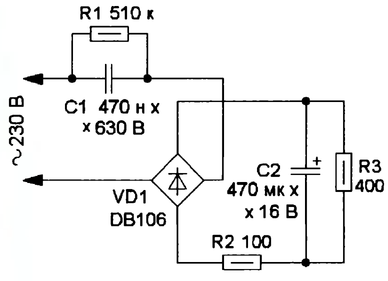


Рис. 1

Для того чтобы определить форму и амплитуду пульсаций выходного напряжения такого источника, рассмотрим процессы, происходящие в нём, считая пульсации выходного напряжения малыми. Для гасящего конденсатора C1 диодный мост (вместе с C2 и R3) в установившемся режиме представляет собой некий эквивалент симметричного стабилитрона. При напряжении на этом эквиваленте, меньшем некоторого значения (оно равно напряжению на конденсаторе C2 в сумме с падением напряжения на диодном мосте VD1 примерно 1,5 В, далее везде просто $U_{вых}$), диоды моста закрыты и ток через него не проходит, при большем — через мост течёт ток, не давая увеличиваться напряжению на входе моста [3].

Рассмотрение начнём с момента, когда напряжение сети максимально по амплитуде и имеет отрицательный знак. На **рис. 2** по горизонтальной оси отложено время в угловых градусах одного периода сетевого напряжения 50 Гц, по вертикальной оси — напряжение сети U_c без учёта масштаба (график красного цвета), выходной ток диодного моста I_{VD1}, он же зарядный ток конденсатора C2 (график синего цвета), переменная составляющая напряжения на конденсаторе C2 (график коричневого цвета, искомое напряжение пульсаций). Последние два графика изображены в условном масштабе, который будет пояснён далее.

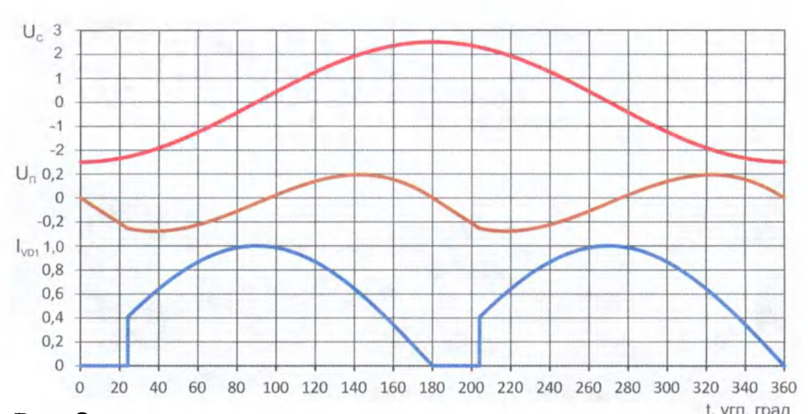


Рис. 2

Итак, конденсатор C1 заряжен до амплитудного напряжения сети U_a за вычетом напряжения $U_{вых}$. Ток через конденсатор C1 и закрытый мост равен нулю. Напряжение в сети изменяется по косинусоидальному закону, а напряжение на конденсаторе C1 не меняется.

Ток диодного моста (и ток конденсатора C1) останется нулевым до тех пор, пока напряжение на диодном мосте, сменив знак на противоположный, не достигнет значения $+U_{вых}$. В этот момент скачком появится ток через конденсатор C1 и мост. Начиная с этого момента, напряжение на мосте не меняется, а ток определяется скоростью изменения напряжения сети и, следовательно, будет точно таким же, как если бы к сети был подключён только конденсатор C1 (график синего цвета).

Когда напряжение сети достигнет положительного амплитудного значения, ток через конденсатор C1 снова станет равным нулю. Далее процесс повторяется каждый полупериод сетевого напряжения.

Ток через мост протекает в интервале времени, несколько меньшем длительности полупериода, его среднее значение может быть рассчитано как площадь полусинусоиды без обрезанного участка. Несложные расчёты, требующие, однако, знания дифференциального и интегрального исчисления, дают такую формулу для среднего тока $I_{вых}$ через нагрузку R_H:

$$I_{ВЫХ} = 4fC1(\sqrt{2}U_C - U_{ВЫХ}), \qquad (1)$$

где f — частота сети; U_c — эффективное напряжение сети; $U_{вых}$ — выходное напряжение источника питания.

В то же время существует значительно более простой вариант расчёта, приводящий к аналогичному результату [2]. В измерителях ёмкости и аналоговых частотомерах часто используют перезарядку конденсатора с последующим выпрямлением тока, текущего через него. Известно, что в этом случае при двухполупериодном выпрямлении выходной ток I

$$I_{ВЫХ} = 2fCU, \qquad (2)$$

где f — частота; C — ёмкость конденсатора; U — размах (двойная амплитуда) входного сигнала.

Причём эта формула справедлива для любой формы сигнала.

При вычислении выходного тока по этой формуле следует иметь в виду, что из полной амплитуды входного напряжения (от пика до пика) следует вычесть удвоенное выходное напряжение, поскольку оно уменьшает напряжение перезарядки конденсатора. В результате формула для выходного тока совпадёт с формулой (1).

Расчёт пульсаций. Поскольку амплитуда пульсаций напряжения на выходе источника (на конденсаторе C2) значительно меньше постоянного выходного напряжения, для расчёта пульсаций будем считать, что выходной ток стабилен.

Напряжение пульсаций складывается из двух составляющих. Во-первых, это пульсации от заряжающего конденсатор C2 тока. Во-вторых, на эти пульсации накладывается линейно уменьшающееся за счёт разрядки конденсатора выходным током напряжение. Сумма этих двух составляющих и даёт искомые пульсации.

Можно заметить, что всё время, пока ток через конденсатор C1 имеет одно направление, цепь C1VD1C2 можно рассматривать как ёмкостный делитель напряжения, верхнее плечо которого составляет конденсатор C1, нижнее — конденсатор C2. Поскольку ёмкость конденсатора C2 обычно во много раз больше, чем ёмкость конденсатора C1, коэффициент его передачи K составляет

$$K = \frac{C1}{C2 + C1} \approx \frac{C1}{C2}. \qquad (3)$$

Форма напряжения на конденсаторе C2 — косинусоидальная, она повторяет сетевое напряжение, но по амплитуде меньше в C2/C1 раз.

Можно показать, что результирующее напряжение пульсаций $U_п$ имеет вид:

$$U_{П} = -\frac{I_{ВЫХ}}{C2} t,$$

$$\text{при } t \le \frac{1}{2\pi f} \arccos\left(1 - \frac{2U_{ВЫХ}}{U_A}\right), \qquad (4)$$

$$U_{П} = -\frac{I_{ВЫХ}}{C2} t + (1 - \cos 2\pi f t)\frac{C1}{C2} U_A - 2\frac{C1}{C2} U_{ВЫХ}. \qquad (5)$$

на остальном интервале полупериода сетевого напряжения.

Подставим в эти формулы рассчитанное ранее значение $I_{вых}$:

$$U_{П} = U_A \frac{C1}{C2}\left[-4ft\left(1 - \frac{U_{ВЫХ}}{U_A}\right)\right],$$

$$\text{при } t \le \frac{1}{2\pi f} \arccos\left(1 - \frac{2U_{ВЫХ}}{U_A}\right), \qquad (6)$$

$$U_{П} = U_A \frac{C1}{C2}\left[-4ft\left(1 - \frac{U_{ВЫХ}}{U_A}\right) - \cos 2\pi f t + \left(1 - \frac{2U_{ВЫХ}}{U_A}\right)\right] \qquad (7)$$

на остальном интервале полупериода сети.

График напряжения пульсаций весьма близок к синусоиде с частотой 100 Гц (рис. 2, кривая коричневого цвета, численные значения по вертикальной оси соответствуют содержимому в квадратных скобках формул (6) и (7)). Отличие от синусоиды в том, что минимумы и максимумы соответствуют фазам, близким к 80° и 280°, а не 90° и 270°, как у синусоиды (на частоте 100 Гц, на рис. 2 это 40° и 140° частоты 50 Гц).

Можно аналитически найти положения минимумов и максимумов графика пульсаций, а также размах (амплитуду от пика до пика) $U_{пп}$, но расчёт и формулы получаются довольно громоздкими. Конечный результат таков:

$$U_{ПП} \approx (0{,}6U_C + 1{,}2U_{ВЫХ})\frac{C1}{C2}. \qquad (8)$$

В формуле (6) под $U_{вых}$ подразумевается выходное напряжение, увеличенное на падение напряжения на диодном мосте, примерно равное 1,5 В.

Для номиналов элементов, указанных на рис. 1, расчёт даёт

$$U_{ПП} \approx (0{,}6 \times 230 + 1{,}2 \times 14)\frac{0{,}47}{470} = 155\,мВ. \qquad (9)$$

Для проверки расчётов источник питания был смоделирован с помощью весьма точной программы, размах пульсаций получился около 154 мВ.

синуса за полупериод сетевого напряжения, т. е. на единицу

$$U_R = I_A R.$$

Для оксидного алюминиевого конденсатора ёмкостью 470 мкФ на напряжение 16 В (рис. 1) типовое значение ESR равно 0,2 Ом [4], амплитуда переменного напряжения на нём составит 10 мВ, что значительно меньше напряжения пульсаций. Напряжение на последовательном сопротивлении R по фазе сдвинуто относительно пульсаций на ёмкости примерно на 90°, поэтому суммируется с ним не арифметически, а геометрически и практически не влияет на суммарную величину пульсаций.

Если ток нагрузки в процессе эксплуатации меняется, обязательно наличие стабилитрона на выходе [1, 2]. Как указывалось выше, напряжение на выходе источника — 12,5 В. Подключение стабилитрона КС512А на напряжение 12 В уменьшило выходное напряжение до 12 В и незначительно напряжение пульсаций — до 120 мВ. Если в качестве нагрузки оставить только стабилитрон, напряжение пульсаций составит 70 мВ, при подключённом стабилитроне и сопротивлении нагрузки 820 Ом — 100 мВ. Поскольку ёмкость конденсатора C1 должна рассчитываться для максимальной нагрузки и тока стабилитрона около 5 мА, влияние стабилитрона в таком режиме невелико, и при определении амплитуды пульсаций можно пользоваться приведённым выше расчётом.

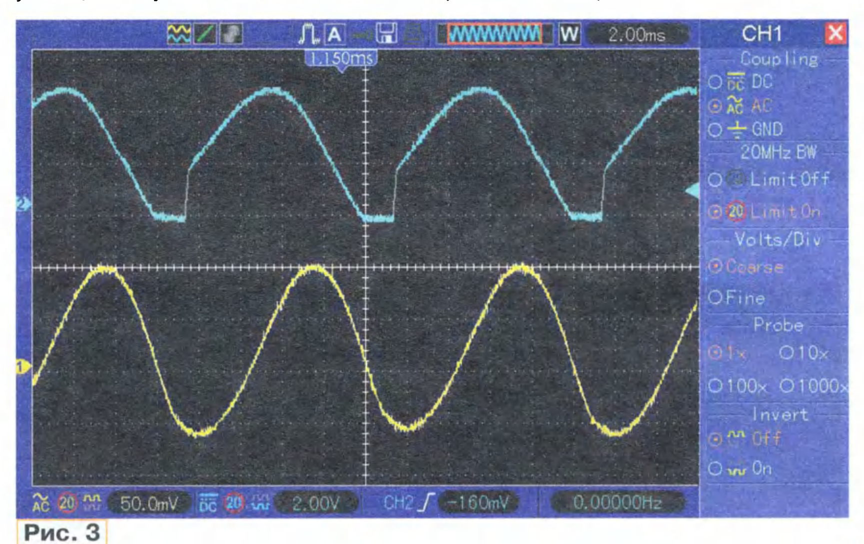


Рис. 3

Экспериментально проверка макета источника питания производилась с помощью двухлучевого осциллографа, результат приведён на **рис. 3**. Осциллограмма синего цвета — ток диодного моста, жёлтого — пульсации на выходе источника, совпадение с расчётом хорошее.

На величину пульсаций может также влиять последовательное сопротивление конденсатора C2 (ESR), оценим роль этого сопротивления.

Напряжение пульсаций за счёт последовательного сопротивления R конденсатора C2 по форме соответствует протекающему через конденсатор току (синий график на рис. 2):

$$U_R \approx I_A R \sin 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t. \qquad (10)$$

Полный размах этого напряжения можно рассчитать, заменив в формуле (10) содержимое скобок на размах

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фёдоров О.** Ещё раз о бестрансформаторных блоках питания с гасящим конденсатором. — Схемотехника, 2004, № 6, с. 30—32; № 7, с. 26—28.

2. **Бирюков С.** Блоки питания с балластным конденсатором. — Схемотехника, 2004, № 6, с. 28, 29.

3. **Бирюков С.** Расчёт сетевого источника питания с гасящим конденсатором. — Радио, 1997, № 5, с. 48—50.

4. **Бирюков С.** Цифровой измеритель ESR. — Схемотехника, 2006, № 3, с. 30 — 32; № 7, с. 36, 37.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Особенности использования датчиков температуры DS18S20

В. АФОНИН, пос. Стрельна, Санкт-Петербург

При использовании датчиков температуры DS18S20 обычно задают продолжительность интервала (времени) конвертирования 750 мс, но можно контролировать время преобразования и по состоянию информационной линии. Дело в том, что после подачи команды конвертирования температуры устройство управления должно контролировать бит состояния, который выдаёт датчик DS18S20. Если DS18S20 отвечает лог. 0, конвертирование идёт, если лог. 1 — конвертирование выполнено, и можно считывать температуру. Это описано в технической документации на датчик [1, 2].

Мне было интересно провести измерение реального времени конвертирования по контролю бита состояния. Подключив осциллограф, я не смог этого сделать. На **рис. 1** это должно произойти в момент времени T1, но там начался импульс сброса процедуры инициализации. Это стало хорошо видно на **рис. 2** в момент T2, где я добавил паузу в 1 мс (T1—T2). У меня в это время была программа по опросу датчиков DS18S20 один раз в 10 с.

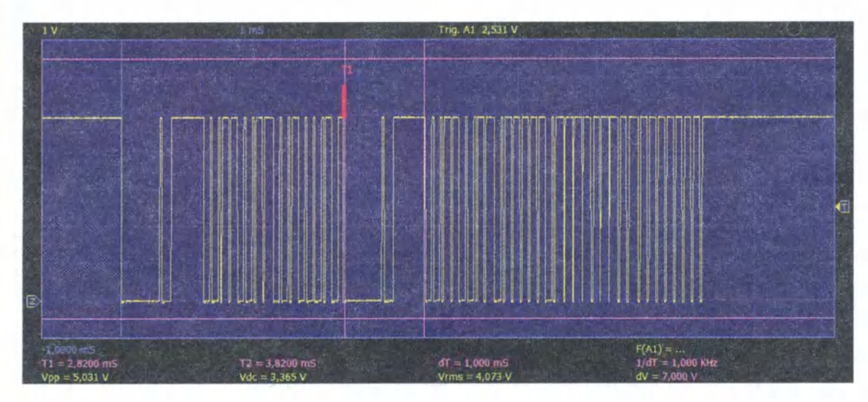


Рис. 1

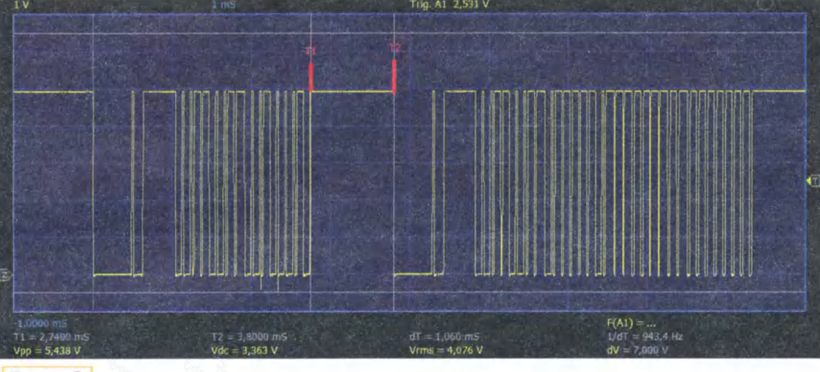


Рис. 2

EEPROM Data

☑ Enabled   Hex Only   Write and Read EEPROM data only.

00	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	21	21	21	21
10	21	21	21	21	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Рис. 3

Была разработана программа опроса датчика DS18S20 с паузой между опросами 50 мс и записью результатов в EEPROM микроконтроллера. Ограничился 20 измерениями. На **рис. 3** видно, что первые 12 замеров равны 55h. Это, по умолчанию, константа датчика — +85 °С. Затем идут нормальные данные — 12 измерений с периодом 50 мс, а это не меньше 600 мс. Значит, датчику DS18S20 необходимо дать время на преобразование. Изменил программу так, что после первого измерения идёт пауза в 750 мс и затем идут 20 измерений с паузой между опросами 50 мс. В результате на **рис. 4** видно, что первый замер — 55h, а потом поступают реальные данные. Пробовал уменьшить паузу после первого замера до 450 мс, но первые пять замеров оказались 55h (**рис. 5**). Провёл измерения с уменьшением паузы между опросами до длительности команды на запись в EEPROM. Создалось впечатление, что датчику DS18S20 для запуска конвертации необходимо дать команду конвертирования температуры [44h] и время в 750 мс, а затем конвертация идёт непрерывно, и по следующим командам [44h] текущая информация записывается в выходные регистры.

По результатам можно сделать вывод, что при необходимости датчик DS18S20 способен измерять температуру с паузой между опросами в длительность команды на запись в EEPROM, но спустя 750 мс после первого опроса. Этого можно добиться включением паузы 750 мс после первого опроса либо игнорировать первые замеры. Практического применения такой быстрый опрос может не иметь из-за большой тепловой инерции датчика. Но когда нужно опросить много датчиков, можно не ждать 750 мс при каждом опросе.

Это всё сказано о режиме полного питания (трёхпроводная схема). Возможен "паразитный" режим питания (двухпроводная схема). Для этого по рекомендации производителя нужно подать высокий уровень (напряжение питания) в течение всего времени температурного преобразования и приведена схема с полевым транзистором (fig. 6 в [1]).

Но можно обойтись и без него, подав питание от микроконтроллера.

РАДИО®
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2022

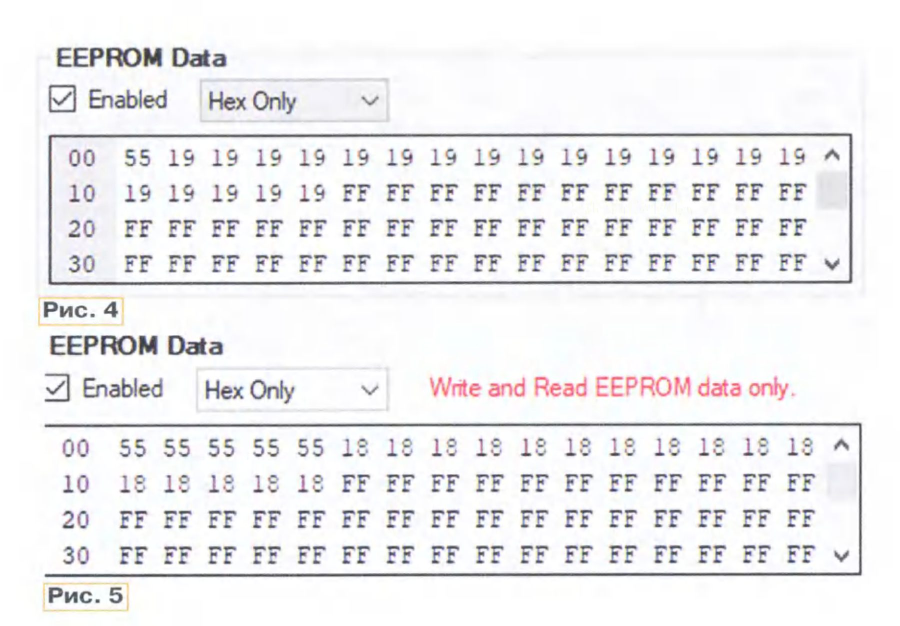


Рис. 4

Рис. 5

Угрозы линии порта, к которому подключён датчик DS18S20, нет, потому что при инициализации происходит контроль датчика, и в случае ошибки программа прекращает работу. Согласно технической документации, питание на датчик нужно подать не позднее чем через 10 мкс после завершения команды конвертирования температуры [44h]. Для этого в порт записывается лог. 1, и порт переключается на выход после задержки в 750 мс, затем он переключается на вход, и подаётся команда инициализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer. — URL: **https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18S20.pdf** (17.11.21).

2. Считываем показания датчика DS18B20 (DS18S20). — URL: **https://cxem.net/arduino/arduino17.php** (17.11.21).

Тестер варисторов, супрессоров, стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, светодиодных матриц

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В радиолюбительской практике нередко возникает необходимость проверки высоковольтных нелинейных элементов: варисторов, защитных диодов, высоковольтных стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, высоковольтных светодиодных матриц. В этом поможет предлагаемый вниманию читателей прибор.

Номенклатура элементов, используемых в радиоэлектронике, весьма широка и постоянно расширяется. Поскольку радиолюбителям приходится часто иметь дело с радиоэлементами, бывшими в употреблении, возникает необходимость проверки их исправности. Да и новые элементы желательно проверять, чтобы уменьшить вероятность возникновения отказов. Исправность многих радиоэлементов можно проверить с помощью мультиметра, для других существуют специализированные измерители и тестеры. Но есть радиоэлементы, определение исправности которых или их идентификация затруднены. В первую очередь, это высоковольтные элементы, такие как варисторы, супрессоры, неоновые лампы, как индикаторные, так и защитные, стабилитроны и некоторые другие. Это обусловлено тем, что для их проверки требуется источник высокого напряжения, которого обычно в лаборатории радиолюбителя нет. В некоторых случаях для этого можно использовать сеть 230 В, но это небезопасно. В такой ситуации поможет устройство, описание которого приводится далее.

Прежде чем переходить к описанию конструкции тестера, следует напомнить об элементах, для проверки которых он предназначен. Варистор (от лат. variable — переменный и resistor — резистор) — это полупроводниковый прибор, имеющий два вывода, сопротивление которого зависит от приложенного напряжения, т. е. его вольт-амперная характеристика — нелинейная (**рис. 1**). При превышении напряжением определённого порога, назы-

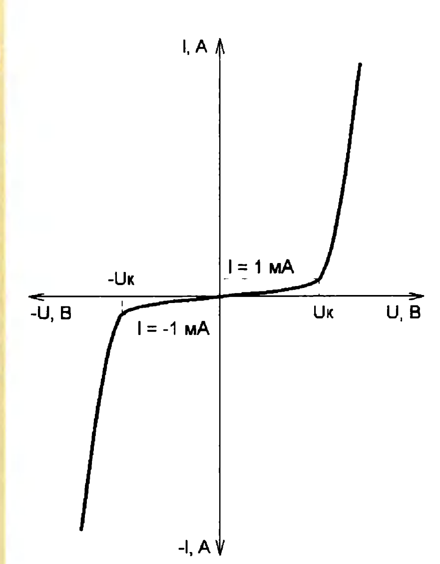


Рис. 1

ваемого классификационным напряжением $U_к$, сопротивление варистора резко уменьшается в несколько десятков или сотен тысяч раз. Такая вольт-амперная характеристика обуславливает и основное назначение варисторов — защита различной радиоэлектронной аппаратуры, например, сетевых блоков питания, от бросков напряжения.

У распространённых варисторов классификационное напряжение измеряют обычно при токе 1 мА. Это напряжение может быть от нескольких вольт до нескольких сотен и тысяч вольт. Самыми распространёнными являются варисторы с $U_к$ = 100...500 В. Существуют ещё несколько основных параметров варисторов [1], но это, как и его конструкция, не тема этой статьи, поскольку для проверки исправности варистора в первую очередь необходимо определить именно классификационное напряжение.

Супрессор или защитный диод — полупроводниковый прибор на основе p-n перехода (одного или двух), он предназначен для ограничения напряжения на контролируемой цепи. Принцип его работы аналогичен стабилитрону, и он имеет аналогичную вольт-амперную характеристику, а один из основных параметров, по которому можно определить его исправность — напряжение пробоя. Супрессоры бывают несимметричные и симметричные. При различной полярности напряжения и небольшом токе можно определить напряжение пробоя и тем самым идентифицировать прибор или проверить его исправность.

Неоновые лампы, хотя и нечасто, но используются в различных электро- и радиоприборах как индикатор наличия сетевого напряжения, иногда на них делают релаксационные генераторы. У неоновой лампы есть несколько основных параметров, два из них — напряжение зажигания и напряжение горения.

Таким образом, для построения тестера потребуется источник высокого напряжения, который можно собрать на основе DC-DC преобразователя. Причём он должен обеспечивать постоянное выходное напряжение от 0 до 1000 В, быть безопасным, а значит, маломощным, не бояться короткого замыкания в нагрузке и обладать свойствами ограничителя тока, чтобы не вывести проверяемый элемент из строя. Такой преобразователь в готовом виде можно "добыть" в старом планшетном сканере для формата А4. Обычно преобразователь собран на отдельной печатной плате и предназначен для питания цилиндрической люминесцентной лампы, которая освещает копируемое изображение или текст.

Внешний вид одного их таких преобразователей показан на **рис. 2**. Он часто размещается на подвижной каретке, на которой закреплена лампа. Схема этого преобразователя показана на **рис. 3**. Нумерация элементов соответствует маркировке на печатной плате. Номинальное напряжение питания преобразователя — 12 В. Он является резонансным и работает на частоте несколько десятков килогерц. Схемы других аналогичных преобразователей могут незначительно отличаться. На выходе преобразователя установлен балластный конденсатор C2, который ограничивает выходной ток в случае возникновения короткого замыкания в нагрузке. Таким образом, этот преобразователь не боится коротких замыканий, что очень важно.

Рис. 2

На основе преобразователя можно сделать несложный тестер варисторов, супрессоров и т. п., схема которого показана на **рис. 4**. Диод VD1 защищает устройство от неправильной полярности питающего напряжения. Конденсатор C1 необходим, если такого конденсатора нет на плате преобразователя. Выходное напряжение преобразователя выпрямляет диодный мост VD2, конденсатор C2 сглаживает пульсации. Такой преобразователь работоспособен в большом интервале питающих напряжений, причём выходное напряжение практически линейно зависит от напряжения питания. Эта зависимость (без нагрузки) показана на **рис. 5**.

Пользуются таким тестером следующим образом. К гнёздам X1 и X2 подключают проверяемый радиоэлемент, к гнёздам XS2 — вольтметр. Чтобы он не влиял на результат измерения напряжения, его входное сопротивление должно быть не менее 10 МОм, желательно с автоматическим выбором пределов измерения напряжения, иначе измерения превратятся в мучения. Поэтому подходящими будут мультиметры серии APPA. Затем от регулируемого источника питания 3...12 В с максимальным выходным током до 200 мА подают напряжение, начиная с минимального. Плавно увеличивают напряжение и контролируют напряжение вольтметром. По изменению напряжения можно судить о параметрах элемента. Для варисторов рост напряжения должен резко замедлиться при достижении классификационного напряжения. Для супрессора рост напряжения практически прекратится.

В этом тестере можно применить любой выпрямительный мост с максимальным допустимым напряжением не менее 1000 В, к тому же он должен быть работоспособен на частоте несколько сотен килогерц. Диод VD1 может быть любым выпрямительным с допустимым прямым током не менее 300 мА. Конденсатор C1 — оксидный, C2 — керамический или плёночный высоковольтный, такие конденсаторы используются в драйверах КЛЛ.

Следует отметить, что этот тестер можно использовать как временный, поскольку пользоваться им не очень удобно из-за того, что приходится вручную изменять напряжение, а выходное напряжение ничем не

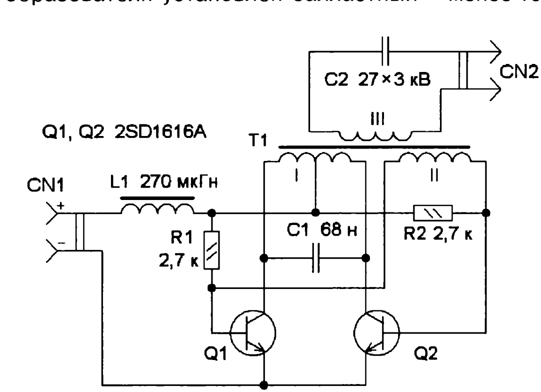


Рис. 3

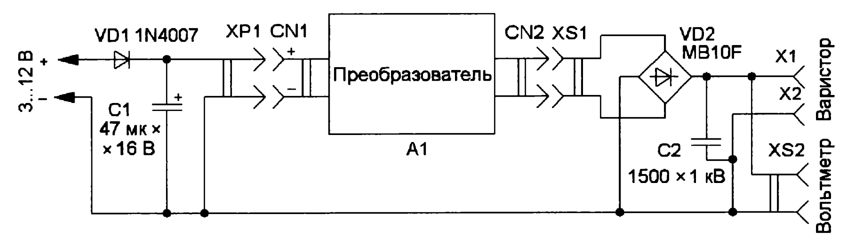


Рис. 4

ограничено. К тому же процесс измерения желательно хотя бы частично автоматизировать.

Схема более совершенного тестера показана на **рис. 6**. Он содержит упомянутый выше преобразователь напряжения A1, выходное напряжение которого выпрямляет диодный мост VD2, конденсатор C3 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, варисторы RU1 и RU2 ограничивают выходное напряжение на уровне около 900 В. Светодиод HL1 индицирует протекание тока через проверяемый радиоэлемент, резисторы R2, R3 — токоограничивающие. На транзисторе VT1 собран регулируемый источник напряжения, которым управляет оптрон U1. Поскольку база этого транзистора подключена к линии питания через цепь R1C1, после подачи питания напряжение на ней возрастает плавно.

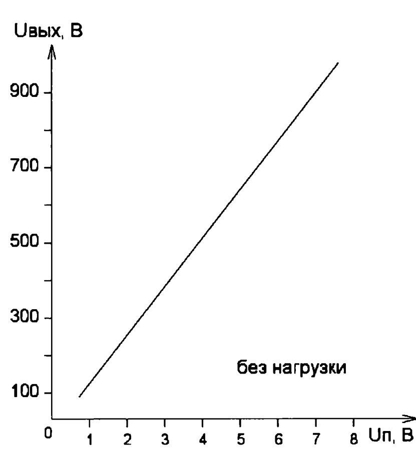


Рис. 5

стабилизатор или ограничитель тока на уровне около 0,37 мА. Это значение обусловлено током через излучающий диод оптрона, при котором открывается его фототранзистор.

Таким образом, устройство тестирует проверяемый элемент при токе 0,37 мА (если элемент сможет его пропустить). Это меньше, чем ток через варистор при определении классификационного напряжения, но этого достаточно для проверки исправности. Для других типов оптронов этот ток будет другим.

Большинство элементов размещено на односторонней печатной плате толщиной 1...1,5 мм из фольгированного стеклотекстолита. Чертёж платы и размещение на ней элементов показаны на **рис. 8**. В тестере применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, конденсатор C3 — керамический или плёночный на напряжение не менее 1000 В. Такие конденсаторы широко применялись в драйверах КЛЛ. Варисторы — маломощные, можно установить один или включить несколько последовательно, их суммарное классификационное напряжение и будет определять максимальное напряжение на выходе тестера. Диод VD1 — любой выпрямительный или импульсный с допустимым прямым током не менее 300 мА, диодный мост VD2 должен быть рассчитан для выпрямления переменного напряжения

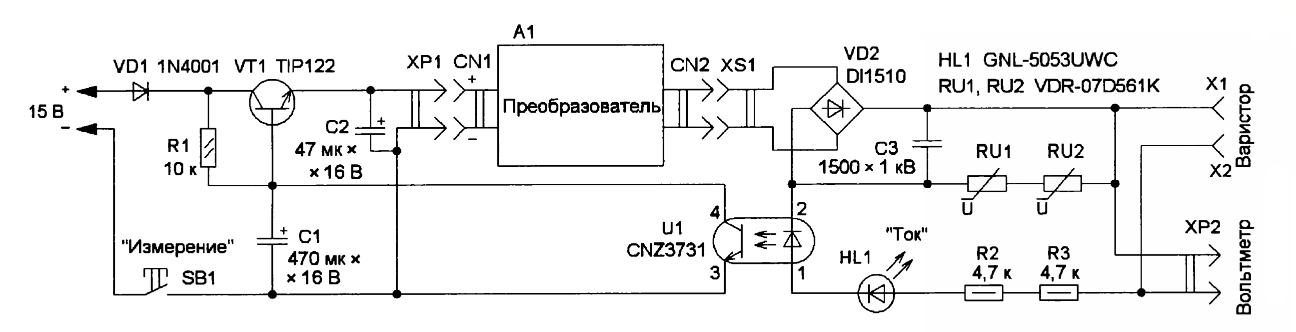


Рис. 6

Работает устройство так. К нему подключают проверяемый элемент, вольтметр и источник питания напряжением 15 В и допустимым током до 300 мА. Включают блок питания и нажимают на кнопку SB1 (кнопку можно не устанавливать, а включать и выключать блок питания). Вольтметр покажет напряжение на выходе. Если проверяемый элемент тока не проводит, на выходе будет напряжение около 900 В, определяемое варисторами RU1 и RU2. При этом даже малый ток, протекающий через вольтметр, вызывает слабое свечение светодиода HL1. Если элемент проводит ток, он станет протекать через резисторы R2, R3, светодиод HL1 (яркость его возрастает) и излучающий диод оптрона U1. При этом фототранзистор оптрона начнёт проводить ток и напряжение на базе транзистора VT1, а значит, и напряжение питания преобразователя станет уменьшаться. В результате его выходное напряжение также уменьшится. При этом напряжение питания преобразователя устанавливается автоматически. Чем меньше напряжение на нагрузке, тем меньше напряжение питания преобразователя. На **рис. 7** показаны зависимости тока нагрузки $I_н$ и потребляемого тока $I_п$ тестера от сопротивления нагрузки. Видно, что устройство работает как

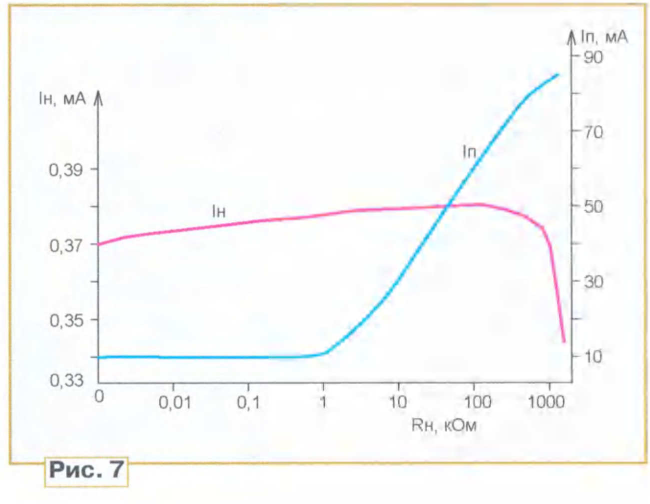
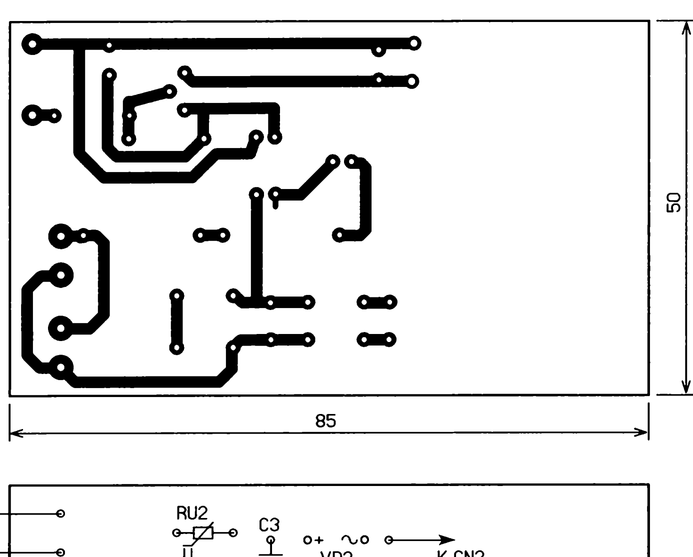


Рис. 7



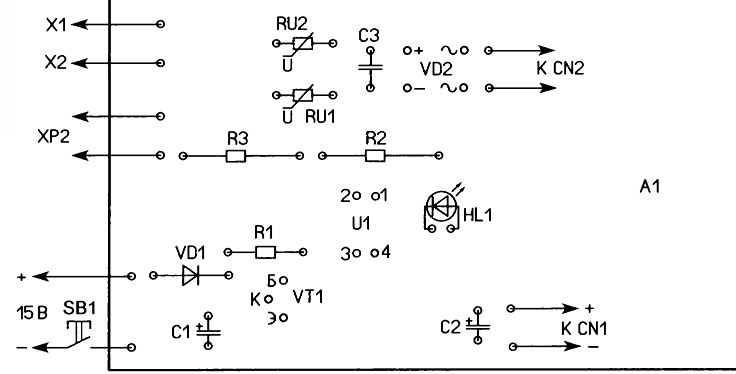


Рис. 8

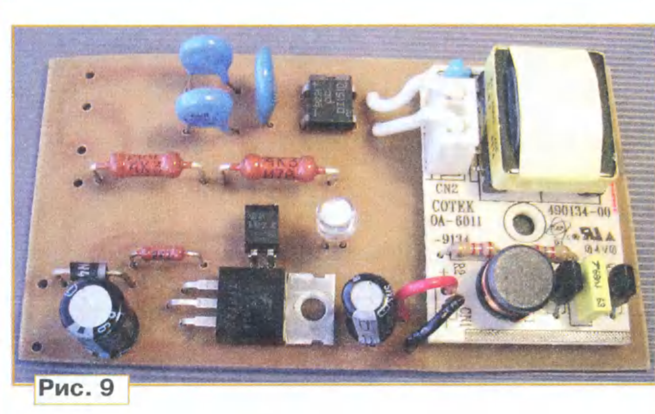
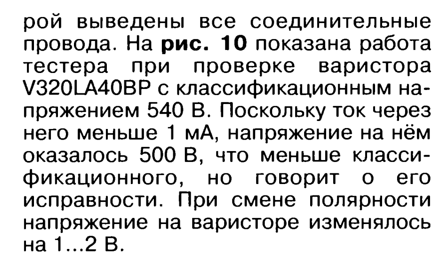


Рис. 9

1000 В частотой несколько десятков килогерц. Оптрон — транзисторный, причём фототранзисторы включены по схеме Дарлингтона [2]. При использовании оптрона с одним фототранзистором стабилизируемый выходной ток может увеличиться в несколько раз, а это нежелательно. Светодиод может быть сверхъяркий с максимальным допустимым током не менее 20 мА и большим углом излучения. Подойдут светодиоды серии GNL-5053xxx.

К вольтметру тестер подключают с помощью вилок ШП-4 или аналогичных. X1 и X2 — это цанговые зажимы любого типа, провода, идущие к ним, должны быть в надёжной изоляции. Можно обойтись без разъёма XP1, если у преобразователя удалить гнездо CN1 и подключить провода к контактным площадкам на плате. Преобразователь закреплён на плате с помощью термоклея. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 9**.

Плата размещена в прозрачном пластмассовом корпусе размерами 22×56×100 мм с крышкой, через отверстия в кото-



рой выведены все соединительные провода. На **рис. 10** показана работа тестера при проверке варистора V320LA40BP с классификационным напряжением 540 В. Поскольку ток через него меньше 1 мА, напряжение на нём оказалось 500 В, что меньше классификационного, но говорит о его исправности. При смене полярности напряжение на варисторе изменялось на 1...2 В.

Следует напомнить о порядке использования тестера. Сначала подключают вольтметр и проверяемый элемент, затем подают питающее напряжение. После снятия показаний отключают питающее напряжение и затем через несколько секунд можно отключать проверяемый элемент. Дело в том, что конденсатор C3 и варисторы RU1 и RU2 (которые имеют паразитную конструктивную ёмкость) могут быть заряжены до напряжения 900 В, и их разрядка через руки вызывает неприятные ощущения (слабый удар током). Без исследуемого прибора устройство потребляет ток около 200 мА и варисторы RU1 и RU2 заметно разогреваются, поэтому в таком режиме устройство не должно работать долго.

Напряжение горения неоновой лампы определить просто, для этого подключают её к тестеру и подают на него питающее напряжение. Лампа должна загореться, и вольтметр покажет это напряжение. Чтобы определить напряжение зажигания неоновой лампы, надо подключить устройство к лабораторному блоку питания с регу-

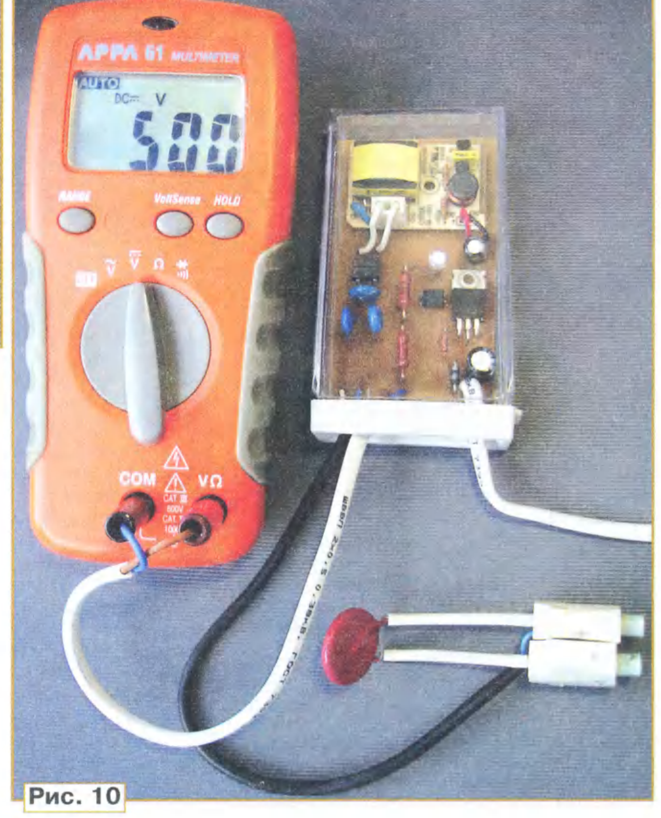


Рис. 10

лируемым выходным напряжением. Подают напряжение и контролируют напряжение на лампе до момента её зажигания. Максимальное напряжение, которое было зафиксировано, и есть напряжение зажигания. Дело в том, что это напряжение больше напряжения горения. Чем плавнее нарастает напряжение, тем точнее измерения.

С помощью этого тестера можно проверять также светодиодные модули с сетевым питанием. Поскольку такие модули, как правило, снабжены мостовым выпрямителем, полярность подключения к тестеру может быть любой. При проверке отдельных светодиодов, а также светодиодных матриц с номинальным напряжением несколько десятков вольт следует обязательно соблюдать полярность подключения напряжения. В противном случае эти элементы могут выйти из строя из-за большого обратного напряжения. Этот тестер позволит проверять также низковольтные стабилитроны и варисторы с напряжением от нескольких вольт.

Этим тестером можно проверять маломощные газовые разрядники [3], которые часто применяют для защиты аппаратуры в высокочастотных цепях, конечно, если у них напряжение срабатывания менее 900 В. После подключения разрядника к тестеру вольтметр покажет напряжение горения (тления) в разрядном промежутке, которое меньше напряжения срабатывания (пробоя).

Если корпус разрядника изготовлен из полупрозрачной керамики, а у малогабаритных разрядников это, как правило, так, в темноте будет видно слабое свечение разряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое варистор, основные технические параметры, для чего используется. — URL: **https://odinelectric.ru/equipment/electronic-components/chto-takoe-varistor** (13.11.21).

2. Optoisolators (Photocouplers) CNZ3731, CNC7C501, CNZ3734, CNC2S501, CNC7C502, CNC7H501. — URL: **http://www.allcomponents.ru/panasonic/cnz3731on3731.htm** (13.11.21).

3. Газовые разрядники. — URL: **https://www.platan.ru/cgi-bin/qweryv.pl/0w32504.html** (13.11.21).

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/test_var_sup_neon_razr.zip** на нашем FTP-сервере.*

КРИСС CP/M — работа с периферийными устройствами

И. РЕШЕТНИКОВ, г. Видное Московской обл.

По многочисленным просьбам читателей автор публикует более подробное описание внутренних механизмов работы компьютера с внешними устройствами.

Канал GPIO

Для подключения различных внешних устройств в компьютере физически используются линии SCL/SDA контроллера периферийных устройств, а для управления ими — порты 215—218. Теоретически могут поддерживаться самые различные устройства, если это предусмотрено прошивкой микроконтроллера. Рассмотрим работу с некоторыми поддерживаемыми устройствами.

Работа с I²C расширителями PCF8574 или PCF8574A

Работа с этим типом устройств в базовом варианте описана ранее, однако следует сделать несколько замечаний о том, как это работает "изнутри". Как уже было сказано, контроллер внешних устройств (КВУ) работает практически без прерываний, через прерывания работают только клавиатура и запросы от главного процессора. Все остальные задания обрабатываются в главном цикле программы. Текущая реализация работы с расширителями не блокирует выполнение главного цикла: в каждом цикле по мере готовности выдаётся очередная команда аппаратному интерфейсу I²C AVR. В таком режиме время выдачи команды на расширитель приблизительно равно 250 мкс, а последовательное переключение выходов из программы на Паскале (запись в порт — ожидание выполнения — запись в порт) формирует импульс длительностью около 350 мкс. Этого вполне хватает для большинства практических задач.

Если нужно большее быстродействие, можно использовать расширители PCA8574 или PCA8574A, которые совместимы по выходам и идентификаторам, но поддерживают работу на частоте 400 кГц против 100 кГц у стандартной PCF-серии. Для работы с ними необходимо перенастроить интерфейс I²C на более высокую частоту, это можно сделать, записав последовательно 0xB8 в порт 220, 17 — в порт 221 и 0x82 — в порт 219. Эта процедура запишет нужное значение в регистр TWBR микроконтроллера и установит необходимую скорость работы шины. Работа с этими расширителями не проверялась, но ожидается, что это сократит время посылки примерно до 150 мкс.

Выходной буфер микросхем PCF8574 или PCF8574A имеет так называемый "слабый" (weak) pull-up резистор сопротивлением 100 кОм и, фактически, может рассматриваться как выход с открытым стоком. Это свойство микросхемы в данном контексте полезно при подключении внешних устройств со своим питанием — исключаются взаимные влияния и нет необходимости ставить промежуточные буферные элементы.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2022

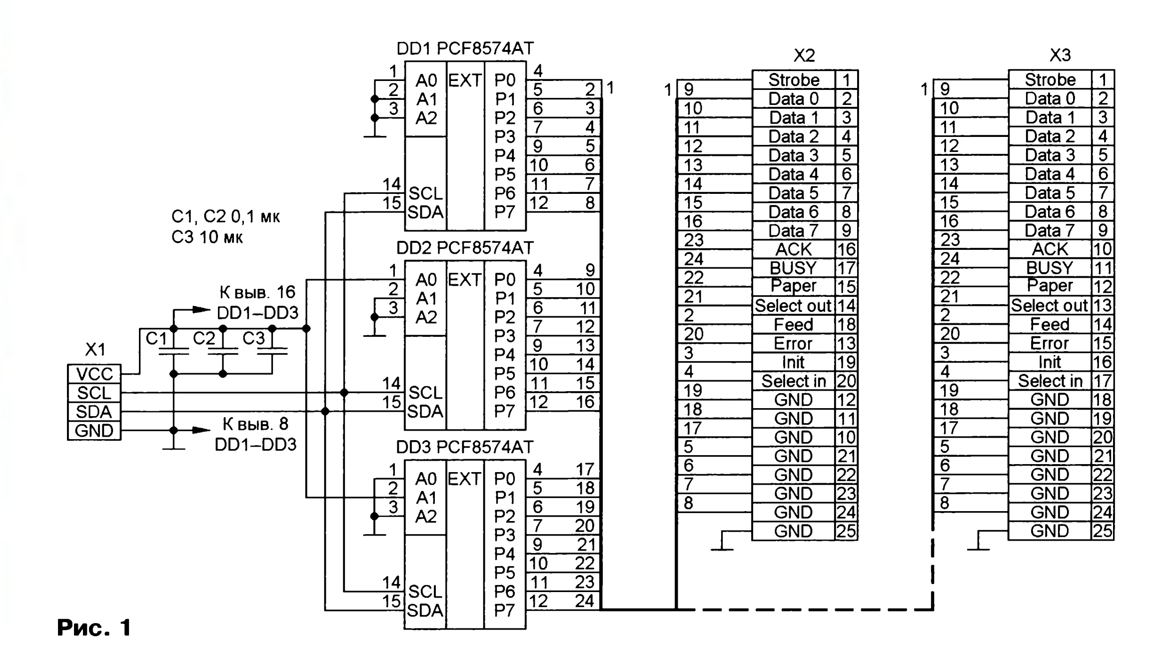


Рис. 1

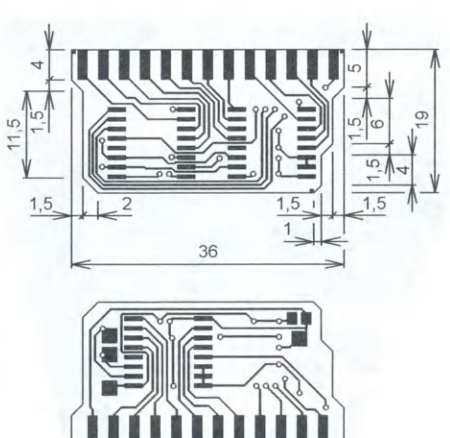


Рис. 2

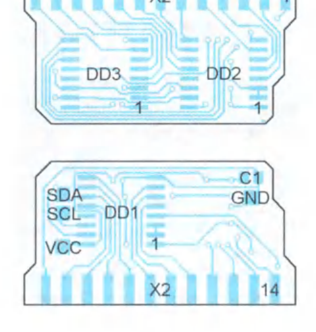


Рис. 3

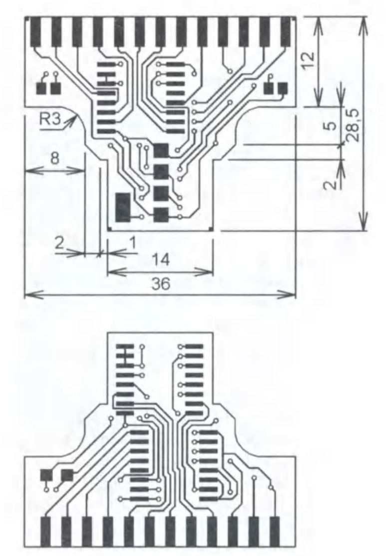


Рис. 4

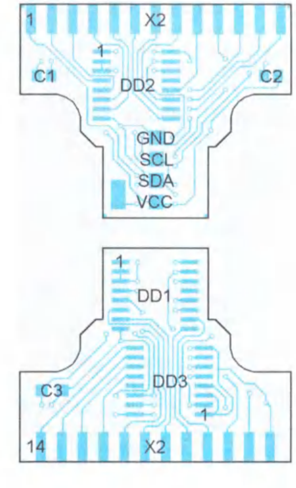


Рис. 5

Эту особенность необходимо учитывать при проектировании исполнительных устройств. Так, при управлении активным низким уровнем можно использовать ключи на транзисторах структуры p-n-p с питанием 5 В в исполнительной цепи или простейшие оптопары серии PC817. Альтернативно можно поставить на вход буферные элементы 74HC04 (КР1564ЛН1), при этом необходимо поставить подтягивающие резисторы сопротивлением 10 кОм на входные линии, чтобы избежать неопределённого состояния при отключённом адаптере.

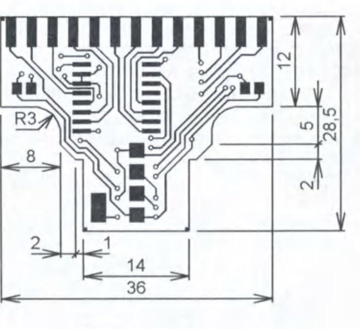
Микросхема PCF8574 интересна как раз таким своим устройством выходного каскада: замыкание на общий провод не вызовет проблем. Кроме этого, управляющая посылка для неё состоит из двух байт, что ускоряет работу. Если будет необходима поддержка других типов расширителей, например, серии MCP*, которые имеют "полноценные" управляющие логические уровни, пишите запросы и предложения в редакцию, поддержка будет добавлена.

GPIO/LPT адаптер

В качестве внутреннего стандарта предлагается использовать стандартизованный интерфейс, оформленный как LPT-порт компьютера в разъёме DB25F, который может в зависимости от ситуации быть и LPT-портом, и 24-канальным интерфейсом GPIO.

Схема адаптера показана на **рис. 1**, штриховой линией показан вариант подключения разъёма (X3). На **рис. 2—7** приведены три варианта печатной платы, отличающихся подключением к контактам разъёма X2 или X3. Сделано это из соображений удобства с разных

точек зрения: первый вариант (рис. 2, рис. 3) имеет минимальные размеры и эффективен, если разъём использовать без корпуса, например, для встраиваемых приложений. Два других варианта рассчитаны на установку внутрь корпуса разъёма DB25, монтажная площадка около контакта VCC служит для припаивания оплётки и фиксации кабеля. Второй вариант (рис. 4, рис. 5) оптимизирован с точки зрения порядка выходов для GPIO — по порядку, третий вариант (рис. 6, рис. 7) соответствует стандартным портам IBM PC для работы с LPT-портом. Во всех устройствах использованы микросхемы PCF8574AT в корпусе SOIC.



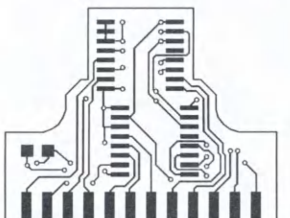
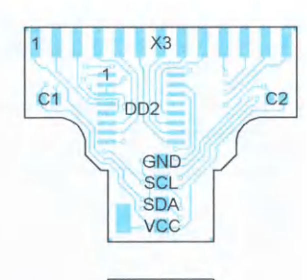


Рис. 6



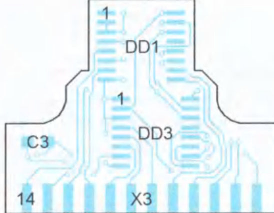


Рис. 7

Третий вариант имеет встроенную поддержку в BIOS (версия прошивки 4.63 и выше): при установке программно или через системную консоль бита LPT в LST-IOBYTE вывод на печать будет формировать сигналы протокола Centronics Standard Parallel Port (SPP) с формированием сигналов Strobe и контролем сигнала BUSY (**рис. 8**). Поскольку тайминг у КРИСС CP/M существенно (минимум в сто раз) медленнее требований стандарта, стабильная работа не гарантирована, однако это предоставляет удобный канал управления своими исполнительными устройствами.

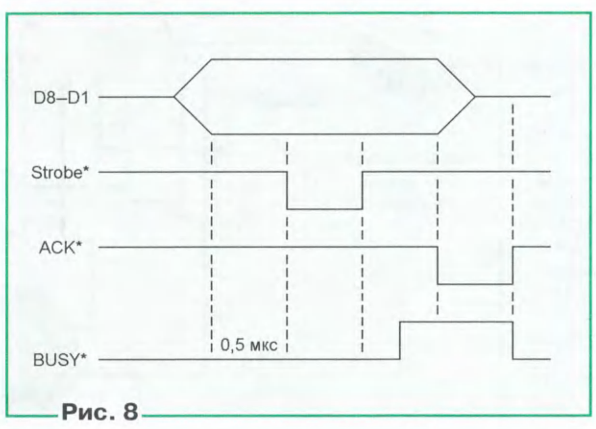


Рис. 8

Ещё один нюанс, который следует иметь в виду. Стандарт IEEE-1284 параллельной шины требует наличия подтягивающих (pull-up) резисторов на стороне компьютера сопротивлением 2,2 кОм и резисторов сопряжения в линии для согласования с кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом. В этом адаптере этого нет, как нет и поддержки требований стандарта обеспечения выходного тока не менее 20 мА на линию. Если это будет необходимо, то потребуется дополнительный шинный формирователь с внешним питанием.

Подключение собственных I²C устройств

КРИСС CP/M поддерживает любые пользовательские Slave I²C устройства со следующими ограничениями (только для этой версии прошивки, в будущих версиях планируется эти ограничения сократить):

— код SLA устройства не должен быть 1111, 1110, 11101, 11100 — эти номера зарезервированы для других типов устройств;

— устройство должно иметь один управляющий/информационный байт данных, в настоящее время поддерживает только двухбайтные пакеты.

Работа с такими устройствами не отличается от работы с расширителями PCF8574.

Поддержка манипулятора мышь

Начиная с версии 0.21 микропрограммы КВУ, появилась поддержка PS/2 манипулятора мышь в стандартном виде: перемещение и три клавиши, колёсико не поддерживается. Мышь подключается к линиям интерфейса I²C по следующей схеме: SDA — DATA, SCL — CLOCK.

Работа с мышью требует жёсткого тайминга и ранее обсуждалось, почему "стандартная" реализация не является приемлемой. Реализованный метод работы далёк от совершенства, но вполне пригоден для большинства ситуаций. Мышь работает в режиме Remote Mode, при котором отправка состояния осуществляется только по запросу.

Главным отличием от работы с другими интерфейсами является то, что опрос мыши идёт асинхронно, на время опроса работа КВУ фактически останавливается. В это время не работают обработчик таймера, обновление информации на экране, не переключаются ноты мелодии, не обрабатываются нажатия клавиш. Процедура опроса занимает около трёх миллисекунд, что достаточно долго, поэтому не стоит опрашивать мышь слишком часто.

Для управления используются те же порты, что и для устройств GPIO, аналогично возвращается значение 0 или 1 при успехе или ошибке соответственно. Но в данном случае крайне не рекомендуется постоянно опрашивать порт, а вместо этого формировать программную задержку 5...10 мс, после чего проверять результат.

Порядок работы с мышью из пользовательской программы следующий:

1. Инициализировать мышь, записав команду 0xE0 в порт 215, сделать задержку 5 мс, проверить значение в порту 215. Если значение равно 1, это значит, что мышь не подключена. Если инициализация прошла успешно, будет возвращено значение 0 и активированное состояние мыши будет инициализироваться индикацией светодиода NumLock на клавиатуре.

2. Для опроса необходимо записать команду 0xE1 в порт 215, выдержать паузу 10 мс и проверить код ошибки в порту 215. Если произошла ошибка чтения, опрос необходимо повторить.

3. Опрос состояния возвращает следующие значения:

— порт 216 — состояние клавиш: биты 0—2 соответствуют левой, правой и средней кнопке соответственно, в битах 4—6 сохраняются предыдущие значения, что позволяет фиксировать нажатия на клавиши, бит 3 — бит арбитража, он описан дальше;

— порты 217 и 218 возвращают накопительное перемещение мыши по осям X и Y в формате восьмибитных знаковых целых чисел, эти значения не сбрасываются при опросе, напротив, программа должна анализировать перемещение и корректировать значения записью в соответствующий порт для корректной работы счётчиков перемещений. По опыту приемлемым является накопительное значение +/-60 для фиксации перемещения.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 1

IDX	Мнемоника	Формат	Описание
+0	MS_MODE	BYTE	Состояние режима
1	MS_STEP_X	BYTE	Чувствительность по оси X
2	MS_STEP_Y	BYTE	Чувствительность по оси Y
3	MS_MOVE_UP	BYTE	Код символа, возвращаемого при шаге вверх
4	MS_MOVE_DOWN	BYTE	Код символа, возвращаемого при шаге вниз
5	MS_MOVE_RIGHT	BYTE	Код символа, возвращаемого при шаге вправо
6	MS_MOVE_LEFT	BYTE	Код символа, возвращаемого при шаге влево
7	MS_BTN_LEFT_P	BYTE	Код символа, возвращаемого при нажатии на левую кнопку
8	MS_BTN_LEFT_U	BYTE	Код символа, возвращаемого при отпускании левой кнопки
9	MS_BTN_MID_P	BYTE	Код символа, возвращаемого при нажатии на среднюю кнопку
10	MS_BTN_MID_U	BYTE	Код символа, возвращаемого при отпускании средней кнопки
11	MS_BTN_RIGHT_P	BYTE	Код символа, возвращаемого при нажатии на правую кнопку
12	MS_BTN_RIGHT_U	BYTE	Код символа, возвращаемого при отпускании правой кнопки

Таблица 2

SRQ	MSS	LCR	-	CMD3	CMD2	CMD1	CMD0

4. После окончания работы программы необходимо деактивировать устройство и освободить интерфейсную линию, записав 0xE4 в порт 215, индикатор NumLock при этом погаснет.

Аппаратно инициализировать мышь можно, записав команду 0xE2 в порт 215.

Опрос мыши в КВУ идёт в режиме низкого приоритета по отношению к клавиатуре. Это значит, что если во время опроса состояния мыши придёт сигнал от клавиатуры, опрос прекращается, в порт 215 возвращается 0, как в случае нормального исполнения, но состояние мыши не изменяется, а бит арбитража в порту 216 будет установлен в 0, при нормальном же завершении опроса он будет равен 1. Информация о перемещении курсора мыши за последний интервал между опросами будет потеряна.

В версиях микропрограммы для ЦПУ, начиная с 4.62, предусмотрена работа мыши и без необходимости программирования. Нажатие комбинации клавиш Ctrl-Alt-NumLock активирует режим "автомышь", при котором перемещения передаются как нажатие клавиш стрелок, а нажатия кнопок — настроенными кодами, по умолчанию левая кнопка возвращает код 32 (пробел), правая — ESC, но эти настройки могут быть изменены. Активный режим "автомышь" индицируется индикатором NumLock. Отключить режим можно повторным нажатием указанной комбинации клавиш. Этот режим очень полезен, поскольку позволяет эффективно использовать мышь во многих программах, изначально на неё не рассчитанных, в том числе в текстовых редакторах. Настройка параметров работы режима "автомышь" осуществляется через блок общих переменных по стандартной процедуре, адрес начала описателя — 89. Его структура приведена в **табл. 1**.

Добавление функций работы с мышью привели к изменению логики работы порта SYSRQ (219) — он из командного стал смешанным, содержащем команды и флаги состояния. Его структура приведена в **табл. 2**.

SRQ — флаг запроса исполнения системной команды, MSS — флаг активного состояния манипулятора мышь (1), LCR — внутренний флаг запроса изменения состояния индикатора NumLock, CMD3—CMD0 — код системной команды: 0x01 — чтение регистра, 0x02, 0x03 — запись восьмибитного или шестнадцатибитного регистра, 0x0E — запрос версии прошивки, 0x0F — аппаратный сброс (RESET). Бит 4 зарезервирован и читается как 0.

Теперь при выдаче команды на изменение внутреннего регистра AVR порядок действий следующий: считать состояние порта SYSRQ, проверить, что бит 7 равен 0, что означает окончание предыдущей команды, далее выполнить команду OR 0x80+cmd, где cmd — команда, и дождаться, пока чтение из порта не вернёт 0 в бите 7.

Прочие устройства

В настоящее время тестируются и другие интерфейсы, которые войдут в релиз 0.22 микропрограммы КВУ:

— линии SDA и SCL одновременно являются портами ввода/вывода PC4/PC5, использование как стандартных дискретных входов/выходов;

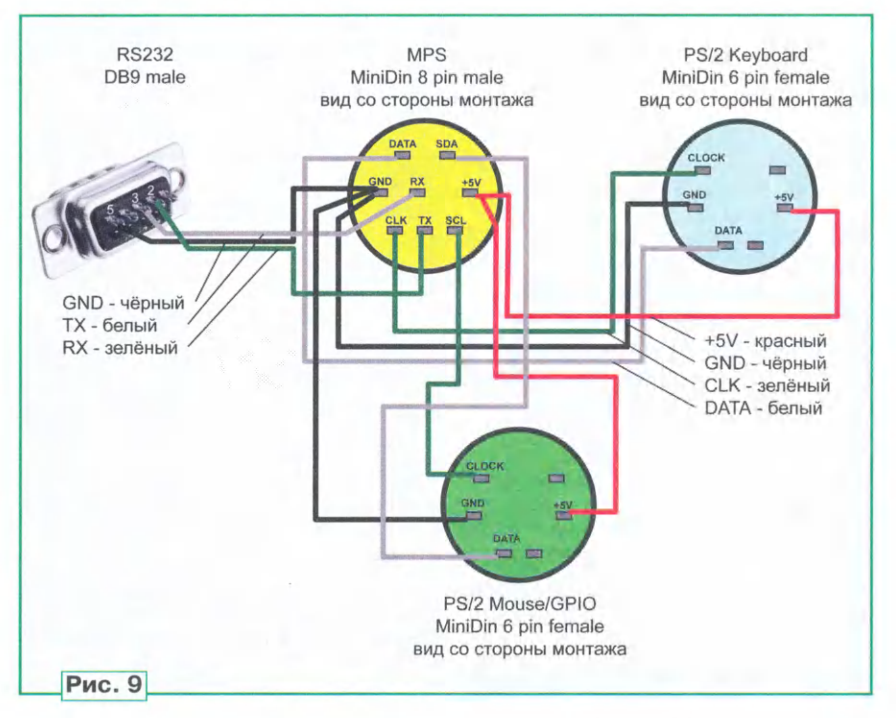


Рис. 9

— линии SDA и SCL одновременно являются каналами ADC4/ADC5 АЦП, в компьютере предусмотрен сглаживающий конденсатор на линии VREF, поэтому можно использовать эти линии как аналоговые, подключив внешний резистор сопротивлением 2,2 кОм к обще-

му проводу для установки половины напряжения питания и использовать эти каналы для обработки, например, простейшего аналогового джойстика;

— индикаторно-клавиатурные панели на основе микросхемы TM1637, которые в изобилии продаются как в Интернете, так и могут быть сделаны самостоятельно;

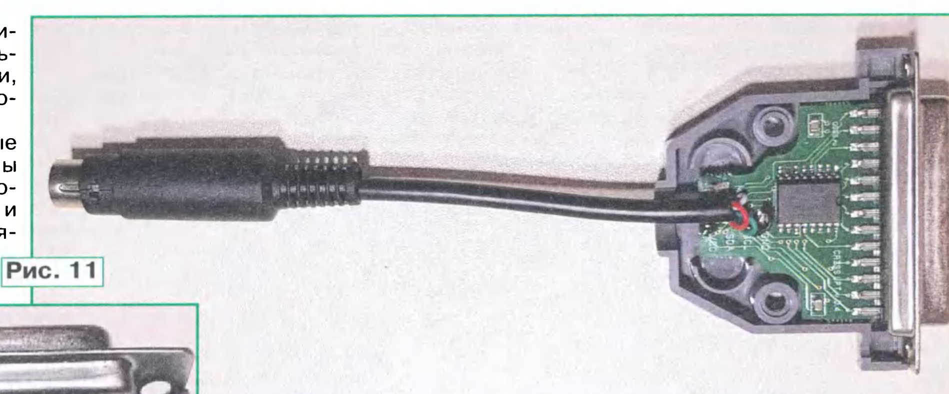


Рис. 11

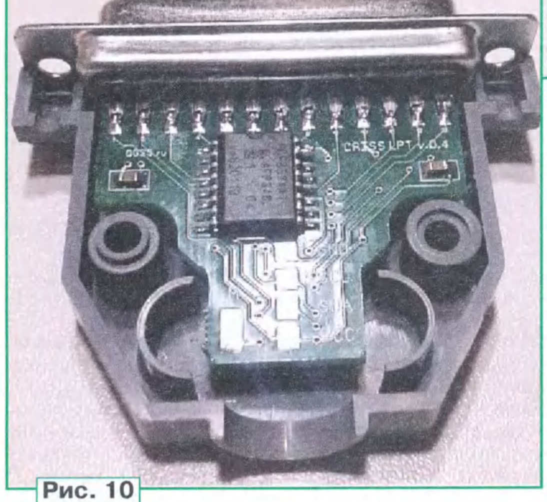


Рис. 10

— другие типы I²C-устройств, в том числе за счёт использования нотного буфера генератора мелодий.

Возможно, появятся и другие стандартные интерфейсы, с которыми легко можно будет работать с минимальным объёмом программного кода, что важно для этой архитектуры.

Кабели для подключения внешних устройств

На текущий момент стандартными являются следующие кабели:

— версия с установленным разъёмом MD6F — стандартные разветвители PS/2 клавиатура/мышь, имеющиеся в продаже, позволяют подключать клавиатуру и мышь;

— версия с установленным разъёмом MD8F — тут стандартных нет, необходимо сделать кабель по следующей схеме (**рис. 9**).

GPIO/LPT-адаптер делают как отдельный кабель-переходник MD6M-DB25, его внешний вид приведён на **рис. 10** и **рис. 11**.

Для подключения пользовательских устройств стандартный соединитель — разъём MD6M, схема его соединений аналогична кабелю GPIO/LPT.

Мощный блок питания — из сварочного инвертора

В. ГНИТИЁВ, г. Железногорск Красноярского края

В статье идёт речь о возможном способе доработки сварочного инвертора для получения из него мощного источника питания. За основу взят сварочный аппарат со схемотехникой J96 ARC205 (аппарат Aiken Weld WARRIOR 200i).

Иногда возникают задачи, когда требуется мощный низковольтный источник напряжения, например, для проверки повышающих преобразователей напряжения, автомобильных УМЗЧ, мощного автомобильного электрооборудования. В таких случаях обычно используется аккумуляторная батарея, что не всегда удобно, так как её ёмкость ограничена. При рассуждении о том, какой источник может дать достаточный ток, первое, что приходит на ум, — это сварочный аппарат. Источник питания можно легко построить по стандартной трансформаторной схеме, однако такой трансформатор громоздкий и дорогой. Гораздо выгоднее в этом плане выглядит сварочный инвертор, который стоит существенно меньше, и такой вид электрооборудования получил уже широкое распространение.

Как известно, сварочный инвертор — это источник тока с напряжением холостого хода не менее 50 В, что не позволяет напрямую применять его для питания низковольтной аппаратуры. Кроме того, стабилизация тока в большинстве инверторов выполняется путём изменения числа импульсов, поступающих на понижающий трансформатор. Таким образом, на выходе выпрямителя на холостом ходу формируются прямоугольные импульсы одной полярности, под нагрузкой — пачки прямоугольных импульсов, число которых в периоде пропорционально уставке тока. Амплитуда этих импульсов — всегда одинаковая и может меняться только из-за просадки сетевого напряжения при значительных нагрузках вследствие потерь в соединительных проводах и на коммутирующих элементах.

Для использования сварочного инвертора в качестве источника напряжения его можно доработать двумя способами. Первый — намотать на силовой трансформатор дополнительную обмотку и установить дополнительный выпрямитель и фильтр; второй — в схему управления инвертором необходимо добавить дополнительные цепи для стабилизации выходного напряжения и выходной фильтр.

У первого метода существенно больше недостатков: дискретность

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

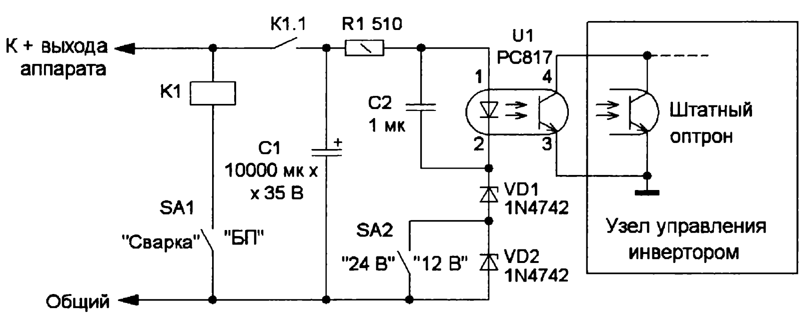
выбора выходного напряжения, поскольку число витков первичной обмотки очень мало и одному витку соответствует около 10 В (в зависимости от конкретного инвертора), невозможность реализации стабилизации напряжения, дороговизна и трудоёмкость доработки, сложность размещения всего нового внутри корпуса. Достоинства этого способа — возможность создания нескольких каналов выходных напряжений или двухполярного источника.

Второй метод позволит лишь сделать однополярный и двуполярный источник с одним значением выходного напряжения, которое будет стабилизироваться, а внутри корпуса потребуется разместить только выходной фильтр. Этот метод наиболее прост и лучше подходит для решения поставленной задачи.

Для стабилизации выходного напряжения применено схемное решение, которое широко встречается в импульсных блоках питания. На выход штатного выпрямителя устанавливается дополнительный сглаживающий конденсатор, к которому через пороговый элемент подключается вход вновь введённого оптрона. Его выход подключается к выходу штатного оптрона узла управления инвертора. Когда напряжение на конденсаторе превышает пороговый уровень, через излучающий диод нового оптрона начинает протекать ток и его выходной фототранзистор открывается, управляя инвертором. При снижении выходного напряжения происходит обратный процесс, таким образом и осуществляется стабилизация напряжения.

Для доработки был использован мостовой инвертор со схемотехникой JASIC J96 ARC205 (распространённые представители Aiken Weld WARRIOR 200i, Сварог 205), он сложнее большинства инверторов, используемых для бытового применения. Полную схему такого инвертора можно легко найти в Интернете, однако две основные вариации этой схемы содержат ошибки и трудночитаемы. Самая сложная часть — основной узел управления, поэтому для понимания работы инвертора она была перерисована автором и выложена на сайте редакции.

Схема дополнительного узла стабилизации приведена на **рисунке**. Он включается при замыкании контактов выключателя SA1, а выбор выходного напряжения 12 или 24 В осуществляется подключением одного или двух стабилитронов выключателем SA2. Для коммутации применено реле, что позволяет переключать режимы между сваркой и блоком питания. Параллельно с работой этого узла сохраняются все собственные функции и защиты инвертора, а также регулировка тока. Стоит также отметить, что при переходе из режима 24 В в режим 12 В выходное напряжение снижается не сразу, а спустя некоторое время, необходимое для разрядки конденсатора C1 через обмотку реле.



В инверторе J96 ARC205 есть дополнительные функции, которые ухудшают его работу в режиме источника питания. Это функции Antistick (антизалипание), форсаж дуги и VRD (ограничение напряжения холостого хода). Антизалипание не позволяет работать источнику при коротком замыкании в режиме стабилизации тока, поскольку в таком случае защита отключит инвертор через 1...2 с, режим форсаж дуги изменяет значение тока ограничения при подключении нагрузки, уставка тока кратковременно возрастает. Режим VRD вовсе не должен быть включён, так как сам инвертор ограничивает выходное напряжение на холостом ходу на уровне 8...10 В, при переходе в рабочий режим ограничение отключается. VRD отключают штатно переводом тумблера выбора типа сварки на инверторе в режим MMA — этот режим есть у всех инверторов, а режим TIG только у более продвинутых моделей. Форсаж дуги отключается размыканием перемычки S1 на плате управления инвертора. Antistick и защита от сверхтоков отключается размыканием перемычки S2. При работе от стабильной сети при небольших токах (при которых выходное напряжение не уменьшается до 10 В) или с кратковременными значительными потреблениями можно не отключать Antistick и форсаж дуги. В противном случае рекомендуется их отключить, чтобы инвертор не отключался, но при этом стоит помнить, что, кроме ограничения тока, у инвертора остаётся только одна защита от перегрева.

Для большей гибкости можно установить дополнительные тумблеры для отключения соответствующих функций, которыми пользуются при необходимости в режиме сварки. Например, отключение режима антизалипания может быть полезно для плавки металлов и разморозки воды в металлических трубах, когда к замёрзшему участку подключается выход инвертора и подаётся ток, который разогревает трубу. На инверторах, не имеющих этих функций, доработка сводится только к введению дополнительного узла стабилизации.

Конструктивно дополнительный узел может быть смонтирован на односторонней макетной печатной плате, которую можно разместить внутри корпуса инвертора между выходными разъёмами и силовым трансформатором. На лицевую панель инвертора устанавливают выключатели SA1 и SA2 — любые малогабаритные. При желании и наличии места может быть установлен дополнительный вольтметр. Монтаж рекомендуется делать с максимально возможными изолирующими промежутками, а плату дополнительно покрыть лаком, так как сварочные инверторы по штатному назначению эксплуатируются в сложных условиях и внутрь их может проникать металлическая пыль и даже металлическая стружка. Цепи от выходных разъёмов до конденсатора рекомендуется выполнять проводом большого сечения, не менее 1,5 мм^2.

Применено автомобильное реле с обмоткой на 24 В и током до 30 А, но подойдёт и любое маломощное, рассчитанное на это напряжение и ток. Применение реле на 24 В возможно в связи с тем, что оно будет срабатывать при большом выходном напряжении, а при снижении напряжения до 12 В надёжно удерживает контакты замкнутыми, но в этом обязательно необходимо убедиться до установки реле. Конденсатор C1 должен быть рассчитан на работу при больших токах зарядки-разрядки и на напряжение не менее 35 В. Допустимая температура должна соответствовать температуре эксплуатации устройства, особенно это касается нижней границы, что особенно важно в случае использования для пуска автомобильных двигателей в холодное время. Конденсатор C2 — плёночный или керамический любого типа. Стабилитроны — мощностью 300...500 мВт, их подборкой можно установить требуемое выходное напряжение, резистор — любого типа.

Налаживания и регулировки устройства не требуется, после включения оно начинает работать сразу.

__От редакции__. Упомянутая в тексте схема узла управления инвертором имеется по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/invertor.zip__ на нашем FTP-сервере.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Введение ждущего режима в осциллографе "САГА"

С. ГЛИБИН, г. Москва

На рабочих столах радиолюбителей до сих пор можно встретить осциллограф "САГА", который выпускал вильнюсский завод радиоизмерительных приборов имени 60-летия Октября в конце прошлого столетия. Прибор позиционировался как более дешёвая по стоимости альтернатива популярному С1-94 и очень схож с ним внешне. Схемное решение узлов развёртки существенно отличается от С1-94. У осциллографа "САГА" нет ждущего режима работы, а усилитель вертикального отклонения не имеет линии задержки. После анализа работы узлов развёртки выяснилось, что ждущий режим нетрудно ввести.

При описании доработки позиционные обозначения всех элементов взяты из "Руководства по эксплуатации ГВ2.044.140 РЭ "Схема электрическая принципиальная осциллоскопа "САГА".

Прежде чем перейти к практической стороне введения ждущего режима, рассмотрим работу узлов прибора и назначение некоторых элементов, отвечающих за формирование сигналов разрешения/запрета развёртки и подсветки/гашения луча электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) с момента включения питания.

Узел гашения собран на элементах VT26, R86, C27 (режим "µS", в режиме "mS" дополнительно подключён конденсатор C29). Конденсаторы C27, C29 разряжены, и через элементы микросхемы D1 — два триггера Шмитта — на вход S (вывод 4) верхнего по схеме D-триггера микросхемы D2 поступает низкий уровень. Этот D-триггер оказывается в состоянии запрета запуска развёртки. По мере зарядки конденсатора C27 (или C27 и C29) через резистор R86 напряжение на входах нижнего по схеме триггера Шмитта увеличивается и по достижении им порогового значения на выходе триггера (вывод 8) появляется низкий уровень. Диод VD10 логического узла 2ИЛИ (диоды VD10, VD11) закрывается. Нижний D-триггер микросхемы D2 при подаче питания может принять произвольное состояние. Для его корректной предустановки служит узел на транзисторах VT22, VT24. Через время, определяемое постоянной τ = R79C26 ≈ 0,25 с, напряжение на истоке транзистора VT24 уменьшится до низкого уровня. Этот уровень поступает на вход S (вывод 10) D-триггера, устанавливая на его инверсном выходе (вывод 8) также низкий уровень. Напряжение на катодах диодов VD10, VD11 узла 2ИЛИ уменьшается до низкого уровня и верхний D-триггер переключается по входу R (вывод 1), разрешая начало развёртки и подсветки луча ЭЛТ.

Транзистор VT22, открываясь импульсами развёртки, быстро разряжает конденсатор C26. Конденсатор не успевает зарядиться через высокоомный резистор R79, и на входе S (вывод 10) нижнего D-триггера поддерживается высокий уровень, что не меняет его состояние, но разрешает по сигналам с узла гашения элементам микросхемы D1 периодически переключать верхний D-триггер. Идёт автоматический режим развёртки. Для получения неподвижной осциллограммы при появлении сигналов на входе "Y" осциллографа запуском развёртки начинают управлять импульсы с компаратора D3 (К554СА2). Они поступают на входы С триггеров микросхемы D2.

Для введения ждущего режима в осциллографе достаточно установить на инверсном выходе (вывод 8) нижнего D-триггера высокий уровень. Для этого на его вход R (вывод 13) нужно подать низкий уровень, соединив этот вывод с общим проводом через выключатель. Ничего более. На входе R верхнего D-триггера (вывод 1) установится высокий уровень и обеспечит его переключение по входу S в состояние запрета запуска развёртки. Автоматический режим развёртки прекратится, о чём визуально будет свидетельствовать отсутствие луча на экране ЭЛТ.

При подаче исследуемого сигнала на вход "Y" осциллографа на выходе компаратора D3 появятся импульсы. От фронта первого импульса верхний D-триггер переключится по входу С в состояние с низким уровнем на прямом выходе и с высоким на инверсном, поскольку его вход D (вывод 2) соединён с общим проводом. Начнётся запуск развёртки в ждущем режиме с высвечиванием исследуемого сигнала на экране ЭЛТ.

В заключение. Для соединения указанного входа R с общим проводом автор задействовал штатный переключатель S1.3 "НОРМ/TV". Элементы R76 и C23 были выпаяны как неиспользуемые.

***От редакции**. Файл со схемой электрической принципиальной осциллографа "САГА" из "Руководства по эксплуатации" в формате TIFF размещён по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/saga.zip** на нашем сервере.*

ИЗ ИСТОРИИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

СОВ. СЕКРЕТНО

МСХМ СССР

Особопрочные радиолампы Министерства связи и Министерства сельскохозяйственного машиностроения

А. ЧЕЧНЕВ, пос. Володарского Московской обл.

История создания малогабаритных стержневых радиоламп для связной аппаратуры 60-х годов XX века интересует не одно поколение радиолюбителей. Материал, основанный на официальных отчётах и документах, рассказывает о происходивших событиях, так или иначе связанных с созданием дистанционных радиолокационных взрывателей и активных элементов для них, — радиолампы особой конструкции, которые не теряют работоспособности даже в условиях артиллерийского выстрела.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НИИ-617

Всё началось летом 1946 г., когда Совет Министров СССР в июне месяце обязал лабораторию № 1 Особого конструкторского бюро Новосибирского электровакуумного завода № 617 (ОКБ-617), находившегося в то время в ведении Министерства связи СССР, разработать специальные малогабаритные радиолампы, выдерживающие большие перегрузки и способные работать при относительно низких накальных и анодных напряжениях.

В декабре 1946 г. главный конструктор темы Валентин Николаевич Авдеев доложил Правительству о создании конструкции и технологии массового производства особо прочных сверхминиатюрных ламп для бесконтактных радиолокационных взрывателей. По заданию была разработана особо прочная конструкция четырёх типов (диод, триод, пентод, тиратрон) сверхминиатюрных радиоламп, отработана технология их производства и изготовлена по этой технологии партия радиоламп в количестве 400 комплектов, всего 2000 шт., из которых 310 шт. были поставлены разработчикам. Все изготовленные лампы удовлетворяли поставленным требованиям механической прочности и выдерживали выстрел из 85 мм зенитного орудия, сохраняя при этом свои электрические параметры. Конструкции ламп были просты, технологичны и удобны в массовом производстве, имели малую номенклатуру исходных материалов при их небольшом, в целом, расходе.

Разработанная серия сверхминиатюрных ламп состояла из четырёх типов ламп прямого накала:

— диода 06Д1А, предназначенного для выпрямления высокочастотного напряжения;

— пентода 06Ж1А для усиления принятых устройством сигналов;

— тиратрона 1Т1А — коммутатора импульса тока на взрыватель;

— триода 1С1А для генерирования и приёма сигналов с длиной волн 40 см и 2...2,5 м.

Специальная электронная оптика примененная в триоде позволила получить высокую крутизну, а добротность лампы поднять до 20 mW/V² вместо 13 mW/V² по техническим требованиям.

Применение электронной оптики, позволило нам удовлетворить требования механической прочности и получить небольшие разброс заданных электрических параметров.

Фото 1

Тип изделий	Ед. изм.
а) сверхминиатюрные	
06Д1А	т.шт.
1С1А	"
06П1А	"
1Т1А	"

Фото 2

По техническому заданию нужно было разработать два отдельных триода, но удалось создать один тип, перекрывающий необходимый диапазон. Поставленная задача представляла для конструкторов лаборатории исключительную сложность. Разработка радиоламп, выдерживающих ускорение при артиллерийском выстреле, велась у нас в стране впервые, а сверхминиатюрные размеры ламп требовали высокой точности и технологичности конструкции. Минимальную массу нужно было совместить с высокой механической прочностью, при этом необходимо было применять только отечественные материалы.

Для решения поставленной задачи площадь лаборатории была увеличена со 100 м² до 600 м² и увеличен коллектив разработчиков с 15 до 110 человек. Было сконструировано десять единиц специального оборудования и инструмент, пригодный для изготовления деталей в массовом производстве. Разработаны новые и простые методы производства деталей на комбинированных штампах, широко применены твёрдые сплавы для изготовленного инструмента.

Механизация технологических процессов, проводимая при разработке, была направлена на создание новых узлов существующего оборудования. Так, построенная экспериментальная линейка имела новые сконструированные узлы, установленные на старом оборудовании. Опыт механизации технологических процессов дал ценнейший материал для конструирования будущих специализированных станков, машин и приспособлений для массового производства сверхминиатюрных радиоламп, для изготовления которых была применена обычная стандартная технология электровакуумного производства. Разработаны применительно к условиям прочности новые технологические операции и специальная тара. Стандартные отечественные материалы позволили быстро отработать технологию производства. Сама технология должна была послужить основой для организации массового выпуска в дальнейшем.

Для проверки выбранной конструкции в реальных условиях производился отстрел на Новосибирском артиллерийском полигоне. Это был основной метод проверки работоспособности радиоламп. Одновременно лаборатория исследовала и разработала различные способы механических испытаний. Была сконструирована центрифуга, дающая ускорение в 20000 g, и отбраковка в ней изделий гарантировала впоследствии их полную надёжность. Испытания на виброустойчивость велись на эллипсоидном и электродинамических вибраторах. Как центрифуги, так и вибраторы сконструированы были применительно к массовому производству.



Фото 3

Не только точный инструмент, применённый при разработке, но и широкое применение законов электронной оптики при конструировании ламп позволило коллективу лаборатории № 1 создать пригодные для массового выпуска радиолампы. Так, например, применение лучевых пластин в пентоде не только улучшило электрические параметры, но и дало возможность исключить лишние детали для достижения механической прочности пентода, образовав каркасную систему (**фото 1**).

Механическая конструкция ламп идентична для всех типов и основывается на

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

жёстком каркасе, скрепляющем слюдяные пластины-изоляторы с помощью никелевых пистонов. Размеры электродов отработаны были экспериментально путём испытаний на механическую прочность и получение требуемых электрических параметров. Для производства использовались вольфрамовая, платинитовая, нихромовая проволоки и никелевая лента. Были применены химикаты, стандартные для вакуумного производства. Масса арматуры в среднем составляла 0,6 г, что по сравнению с арматурой лампы 2К2М меньше в десять раз.

Опытно-конструкторская работа "Молекула-2". Налажен опытный выпуск ламп типа "Молекула-2" сериями в 500-600 штук в месяц, на которых изучаются и отрабатываются конструктивные и технологические элементы. Проводится подготовка к освоению в опытном производстве. Составляется проект механизированной линии для производства ламп серии "Молекула"

По указанию Зам.Министра ПСС товарища Владимирского (письмо № ф-4016 сс от 19 декабря 1951г.) данная работа перенесена в разряд опытно-конструкторских работ на 1952 год.

Фото 4

4. "Патрон" Комплект радиоламп для бесконтактных радиовзрывателей по типу "Молекула-2" с пониженным анодным напряжением порядка 60-80 вольт (Комплект состоит из триода метрового диапазона, усилительного пентода с переменной крутизной и 2-х сеточного тиратрона).

По данной теме проводилась работа по следующим направлениям: Согласованию технического задания; обследованию имеющихся образцов ламп; проведению экспериментальных работ по созданию образцов ламп с параметрами соответствующими техническому заданию.

Фото 5



Фото 6



Фото 7

В отчёте Валентина Николаевича Авдеева написано, что благодаря простоте конструкции диод и тиратрон собираются одной монтажницей по 10 шт. в час, а лампы типа триод и пентод — до 6 шт. в час. Простота конструкции открывает широкие возможности для усовершенствования как механических, так и электрических параметров.

В 1946 г. разработчикам радиолокационных взрывателей было поставлено 310 шт., на следующий год — 6402 шт., в 1948 г. — 7600 шт. и в 1949 г. — 34950 радиоламп. Серия сверхминиатюрных радиоламп получила обозначение М5 и включала в себя диод 06Д1А, триод 1С1А, пентод 06П1А и тиратрон 1Т1А (**фото 2**).

В 1949 г. Постановлением ЦК КПСС и приказом Министерства промышленности средств связи СССР организован Научно-исследовательский институт вакуумной техники с опытным заводом НИИ-617 (в дальнейшем НЭВИ, НИИ "Восток", НПП "Восток"). Главная задача института — обеспечение народного хозяйства и военной техники страны современными и сверхминиатюрными активными элементами. Руководителем был назначен Валентин Николаевич Авдеев.

В 1951 г. институт завершил первые научно-исследовательские работы по правительственным заданиям. Особо важные работы включали в себя следующее:

— научно-исследовательская работа по разработке сверхминиатюрных ламп размерами в несколько раз меньше, чем миниатюрные лампы для радиолокационных взрывателей, шифр "Молекула" (**фото 3**);

— проведение Государственных испытаний по серийным особопрочным сверхминиатюрным радиолампам разработки 1946 г.;

— НИР по разработке генераторного триода для взрывателей на длину волны 30...50 см — шифр "Выстрел".

Работа по теме "Молекула", начатая в феврале 1949 г. по Постановлению Совета Министров СССР от 6 февраля 1946 г. за № 493-190, предъявлена 30 ноября 1950 г., акт № 696сс, и принята Государственной комиссией 24 апреля 1951 г.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Замечу, что сами приказы, как вышеуказанные, так и упоминаемые дальше, найти не удалось. Поэтому был рад и найденным немногословным отчётам и документам, где они упоминаются. Прошу обратить внимание на даты и последовательности в них.

Чем интересны разработанные по этой теме радиолампы? Для нас они интересны своей конструкцией. Они уже в конце 1950 г. были стержневыми. Речь идёт о таких изделиях, как 1С2Р, 1С5А, 1Ж1Р и ТГ4Р (**фото 4**).

Забегая вперёд, напишу, что через три года в программе опытно-конструкторских работ НИИ-617 появляется следующее поколение стержневых радиоламп по теме "Патрон" (**фото 5**). Они отличаются меньшим анодным напряжением, необходимым для надёжной работы. По техническому заданию радиолампы этой серии должны сохранять работоспособность при 60 В анодного напряжения. Было разработано сначала два типа, это — триод метрового диапазона 1С23а и тиратрон ТГ5Р. Позже появился в этой серии пентод 1Ж25Р. Будет уместно здесь сослаться на воспоминания ветеранов "Востока", которые утверждают, что первые работы в институте были связаны именно с темами "Молекула" и "Патрон".

В 1952 г. большая реконструкция опытного завода позволила приступить к серийному производству в промышленных масштабах всех ранее разработанных электровакуумных приборов. В институте главными темами работ было создание методов расчёта элементов сверхминиатюрных ламп с разработкой действующего образца для исследования электровакуумных приборов методом двигающихся электродов, изготовлением установок статической и динамической мембран, плоской электролитической ванны и получением опытных данных для расчёта электровакуумных приборов с помощью этих установок. К концу 1952 г. взамен плоской электролитической ванны был разработан новый фотоаптистический метод снятия электрических полей с помощью щелевого проектора на статическую модель при одновременном фотографировании траекторий заряженных частиц в этих полях. В этом году были заложены основы для получения в последующие годы практических результатов по моделированию полей. Тем самым определился путь решения задач электронной оптики.

Представляет интерес, на мой взгляд, и тема по исследованию возможности создания серии миниатюрных подогревных радиоламп с параметрами пальчиковых ламп, разработанных по теме "Анод" (6Н1П, 6Н2П, 6П1П и др.) на основе конструкции ламп, разработанных по теме "Молекула". Это делалось в целях обеспечения автоматизации массового производства приёмо-усилительных ламп со сроком окончания работ в марте 1953 г. По состоянию на январь месяц 1953 г. по этой теме закончен технический проект изделий. Начались работы по исследованию и уточнению конструкций путём изготовления образцов ламп. Также в это время был разработан новый тип катода прямого накала для радиоламп, применяемых во взрывателях. Получены образцы катодов, создана установка покрытия вольфрамовой проволоки специальными сплавами в вакууме.

За 1952 г. в общем было изготовлено 414699 особопрочных радиоламп.

е) Разработана технология серийного производства радиоламп IЖ17Б, IЖ18Б в течение апреля-декабря (9-ть месяцев).

Первая стержневая конструкция осваивалась на заводе 3 года (IКIП).

м.к.45

Фото 8

			В штуках.
15.	К-3	Лампы по теме " Патрон".	134
16.	К-2		75
17.	К-4		63
18.	0-2	Лампы по теме "Отвес"	24
19.	0-3		9
20.	0-4		15
21.	0-5		5
22.	IД2А	Лампы серии "Молекула-2"	25
23.	IС5А		10

Фото 9

Результатом работ коллектива НИИ-617 за 1953 г. и 1954 г. стали миниатюрные радиолампы новой конструкции. Это 6Н1П, 6Н15П и 6П1П — рамочно-штампованные, косвенного накала, с параметрами, аналогичными обычным с витыми сетками (**фото 6**).

Радиолампа 1К1П, созданная по технологии "Молекула", стержневой конструкции также появляется в это время. Замечу, что речь идёт об аналоге сеточной лампы 1К1П, разработанной в НИИ-160 в 1950 г. для батарейных радиоприёмников (**фото 7**).

В 1955 г. на опытном заводе были созданы механизированные линии производства радиоламп стержневой конструкции типа 1К1П и ламп со штампованными электродами типа 6П1П. Оборудование изготавливалось в ОКБ-617 (при заводе № 617), НИИ п/я 28 и некоторыми предприятиями других министерств. Радиолампы 1К1П новой конструкции выпускались по 500...600 шт. в смену. Интересный факт — совместно с

Государственный Научно-Исследовательский Институт №504 Министерства Сельскохозяйственного Машиностроения организован по постановлению Совета Народных Комиссаров Союза СССР 15 ноября 1945 года.-

Фото 10

Содержание тем.

А. Опытно-конструкторские работы.

I/ Радиолокационный взрыватель неконтактного действия для авиационных бомб тип АР-0I.

Разработка ведётся по постановлению Совета Министров Союза С С Р от 17.VII.1947г. на основе образца, полученного от Комитета № 3 при С.М.СССР.

Фото 11

Новосибирским электровакуумным заводом № 617 проводилась работа по переводу ламп типа 6Ж4 с навитыми сетками на штампованную конструкцию электродов.

Триод 2С3А для радиозондов тоже был создан в 1955 г. Ещё одно замечательное событие произошло в конце того года. Коллектив конструкторов института приступил к созданию двух типов приёмо-усилительных радиоламп сроком службы 2000 ч с гибкими выводами для связной аппаратуры по теме "Понтон". Разработано техническое задание на высокочастотный пентод и пентод для усиления промежуточной частоты, изготовлены экспериментальные образцы и совместно с заказчиком проведены исследования этих образцов на установках института и аппаратуре заказчика. Конечно, как вы поняли, речь идёт о радиолампах 1Ж17Б и 1Ж18Б. Стержневая батарейная радиолампа 1К1П была снята с производства, как не отвечающая требованиям ГОСТа (**фото 8**). Приведение параметров в соответствие стандарту требовало усложнения её конструкции и ухудшения радиотехнических параметров. Преимущества же этой лампы стержневой конструкции были воплощены именно в радиолампах 1Ж17Б и 1Ж18Б.

Таким образом, была выполнена главная задача института на 1955 г., цитата из отчёта: "Создание машинного производства массовых типов приёмо-усилительных радиоламп на базе созданных институтом двух новых прогрессивных систем электродов радиоламп, — стержневой и рамочно-штампованной".

Применение стержневой и рамочно-штампованной конструкций электродов позволило институту создать лампы, полностью удовлетворяющие техническому заданию. В 1956 г. работы в этом направлении были продолжены. В результате получены изделия самых малых размеров и самой высокой прочности. Опытный завод приступил к выпуску ламп серии "Патрон", а в институте создали лампы по теме "Отвес" диаметром 4 мм и длиной 16 мм. Обе конструкции выдерживали ускорение в 30000 g. Образцы были отправлены на испытания (**фото 9**).

Для серийного выпуска пентодов 1Ж17Б и 1Ж18Б было создано необходимое оборудование, и началось опытное производство. Некоторое число из них — 453 шт. было тоже передано для испытаний и опробования в разные радиотехнические организации: ЦНИИИС МО, ЦНИИИ-22 МО, НТК войск связи и радиотехнических предприятий 2-го Главного управления МРТП. Всюду новые стержневые пентоды получили положительные отзывы, следовательно, путь применения электронно-оптических систем является правильным, открывающим дальнейшие возможности повышения всех эксплуатационных качеств радиоламп. Стержневые радиолампы с этого времени стали развиваться институтом в виде печатных конструкций, разработка которых позволила получить значительные преимущества как в эксплуатации, так и в технологии изготовления.

II. Опытно-конструкторские работы:

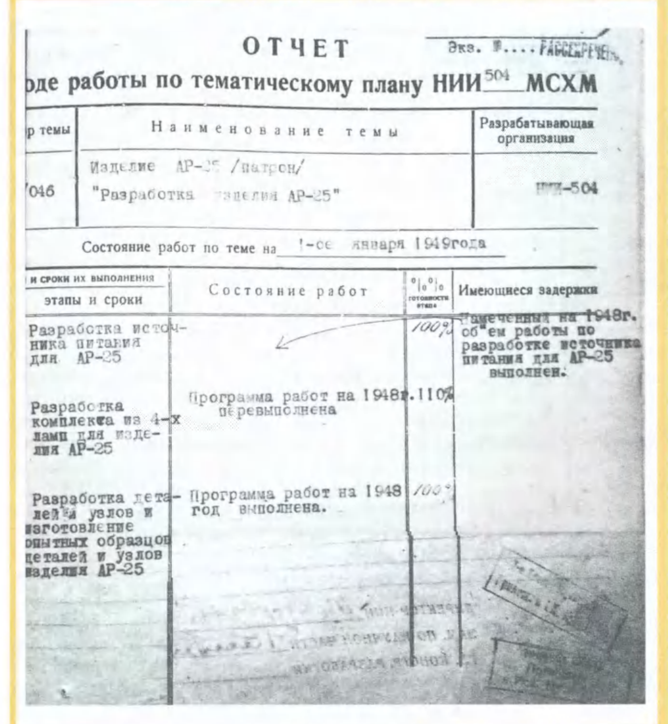
1. Разработка и изготовление взрывателя для авиабомб АР-01. Данный взрыватель АР-01 должен был быть в июне-м-це 1948г. пред"явлен для государственных испытаний, однако, и к концу 1948г. изделие не было пред"явлено на государственные испытания.

2. Разработка радиолокационного взрывателя для зенитных осколочных 100 и 130 мм снарядов" -АР-21.

Данный взрыватель -АР-21 должен был быть подготовлен для стендовых испытаний к августу 1948г. и пред"явлен в сентябре 1948г. на госиспытание. Сроки не были выполнены и к концу 1948г.

Невыполнение ин-том правительственных сроков по изделиям АР-01 и АР-21 было вызвано главным образом, непоставкой предприятиями МПСС электротехнических деталей, особенно радиоламп и электро-хим. источников питания в сроки предусмотренные постановлением пр-ва. Однако, имелись ряд существенных недостатков и в работе ин-та, которые отрицательно отразились на общий ход выполнения тематического плана за 1948г.

Фото 12



ОТЧЕТ

Экз. №.... Рассекречен

...де работы по тематическому плану НИИ 504 МСХМ

...р темы	Наименование темы	Разрабатывающая организация
...046	Изделие АР-25 /патрон/ "Разработка изделия АР-25"	НИИ-504

Состояние работ по теме на 1-ое января 1949 года

... и сроки их выполнения этапы и сроки	Состояние работ	% % готовности этапа	Имеющиеся задержки
Разработка источника питания для АР-25		100%	Намеченный на 1948г. об"ем работы по разработке источника питания для АР-25 выполнен.
Разработка комплекта из 4-х ламп для изделия АР-25	Программа работ на 1948г. перевыполнена	110%	
Разработка деталей и узлов и изготовление опытных образцов деталей и узлов изделия АР-25	Программа работ на 1948 год выполнена.	100%	

Фото 13

ГНИИ-504

Главным потребителем продукции для радиолокационных взрывателей с 1946 г. был институт № 504, расположенный в Москве. Сотрудники НИИ-617 и сам руководитель Валентин Николаевич Авдеев периодически посещали его. В этом не было ничего необычного, поскольку просьбы и замечания конструкторов радиолокационных взрывателей позволяли в итоге улучшать электрические и механические свойства электровакуумных изделий. Да и тесное сотрудничество между производителем и потребителем компонентов помогало оперативно решать задачи укрепления обороноспособности страны. Справедливости ради замечу, что и Московский завод № 632 МЭЛЗ тоже занимался поставками радиоламп для разработчиков. Но это было самое начало работ, и никаких подробностей по этой теме на данное время найти не удалось.

ГНИИ-504 относился к другому ведомству. Несомненно, сейчас у нас это вызывает улыбку. Тогда это была суровая необходимость. Министерство сельскохозяйственного машиностроения (сокращённо МСХМ) было головной организацией для всех предприятий, которые имели отношение к производству боеприпасов и артиллерийской промышленности, включая средства реактивной техники. Отсюда полное название института — Государственный научно-исследовательский институт № 504 Министерства сельскохозяйственного машиностроения (**фото 10**).

Основной гражданской продукцией ГНИИ-504 были высокочастотные установки для промышленной сушки древесины. Но в 1945 г., с самого начала деятельности, Правительство СССР обязало институт разработать радиолокационный взрыватель (типа АР-01) для авиабомб ФАБ-250М-46 и ОФАБ-100М. Главный конструктор — Андрей Дмитриевич Савченков. Цель — повышение эффективности применения, поскольку авиационный фугас взрывался бы над препятствием. В этом случае эффективнее используется энергия взрыва. К этой теме в 1947 г. добавилась тема по созданию радиолокационного взрывателя для зенитных осколочных 100 и 130 мм снарядов, которые позволяли бы эффективно бороться с самолётами. Название взрывателя — АР-21. Главным конструктором назначен Александр Аркадьевич Рассушин. Собственно, эти две

темы и стали основными потребителями механически прочных радиоламп, которые выпускал НИИ-617. Причём радиолампы отбирались отдельно для АР-01 и АР-21. Отбирались по уровню шума и микрофонному эффекту. В некоторых зарубежных источниках указано, что механическая прочность конструкции этих специально разработанных электровакуумных приборов не была целью создания, а являлась следствием борьбы с микрофонным эффектом генераторного триода, который использовался в автодине. Уровень шума тоже имел значение. Соответственно, лампы с лучшими параметрами предназначались для АР-21. НИИ-617 должен был проводить 100-процентный контроль и отбор отправляемых потребителю радиоламп.

Заказчиками разработки обеих тем были организации. А вот работы по теме "Патрон" финансировало государство, причём на конец 1948 г. эта тема была на 100 % выполнена. Вы спросите: а о чём это автор тут нам говорит? Точно такой же вопрос я задал себе, прочитав отчёт директора ГНИИ-504. По своей сути это бухгалтерский отчёт, не рассказывающий ничего конкретного о тех или иных изделиях. Только спустя несколько месяцев упорных поисков удалось понять, что скрывается за названием этой темы. Конечно, был ещё один момент, который сильно насторожил. Дело в том, что в планах 1948 г. первый этаж административного здания ГНИИ-504 должен был стать цехом для производства специальных электровакуумных приборов. Тут и стало понятно, что всё это не просто так делается!

На первом этапе научно-исследовательские работы по АР-01 проводились по материалам, опубликованным в 1946 г. в иностранной технической литературе, и, согласно постановления Совета Министров СССР от 17 июля 1947 г. № 2501-764сс, началась опытно-конструкторская работа на основе образца, полученного от Комитета № 3 при Совете Министров СССР (**фото 11**). Работа шла медленно, не хватало специалистов и опыта, институт катастрофически не укладывался в согласованные графики. С января по июль 1948 г. не было поставок радиоламп от смежных предприятий. В отчётах содержатся нарекания на низкое качество радиоламп и непостоянство их параметров. В сборочном цехе опытного завода приходилось налаживать каждое изделие индивидуально.

Разработка АР-21 была начата согласно того же постановления, но по причинам отсутствия источников питания и низкого качества радиоламп сильно отставала от графика работ (**фото 12**).

Примерно полгода упорных поисков понадобилось, чтобы узнать тайну, которая скрывается за темой "Патрон" (**фото 13**). Оказалось, что это "Научно-исследовательская работа по исследованию, обобщению и воспроизводству элементов, блоков и схем радиолокационных взрывателей". Одним из результатов работы должно было стать создание радиолокационного взрывателя с названием АР-25. Главным конструктором по теме "Патрон" был Соголов А. М. По плану 1948 г. работа над темой переходила на следующий год. Вместе с тем, за отчётный год были составлены и согласованы тактико-технические характеристики, изготовлена партия специальных ламп в количестве 30 шт. Проведены работы по разработке элементов питания и исследованию схемотехники (**фото 14**). Отдельной темой от "Патрона" была разработка малогабаритных и особопрочных генераторных триодов дециметрового диапазона и маломощного генераторного триода. По плану институт должен был к декабрю 1948 г. разработать и изготовить образцы радиоламп. К указанному сроку институт изготовил опытную партию триодов в количестве 100 шт. с улучшенными параметрами и повышенной механической прочностью. Работа была закончена в срок.

С середины 1949 г. часть этих работ, включая тему "Патрон", в план института включена не была, а тема серийного производства нового источника питания была передана профильной организации, в Научно-исследовательский элементно-электроугольный институт (НИЭЭИ). К слову, в 1951 г., как и в последующие годы, радиолампы под названием "Молекула" поставлялись из НИИ-617.

За период с 1947 г. по 1951 г. в лаборатории электровакуумных приборов (отдел № 6 НИИ-504) под руководством Карпова Б. В. (**фото 15**) были созданы специальные, особопрочные триоды и пентоды, безнакальные одно- и двухсеточные тиратроны и разрядники Р-4 и РГ-75. В ходе архивных поисков удалось выяснить, что генераторный триод на длину волны 30...50 см назывался 1С80-200.

Из интересного, в этой же лаборатории в 1948 г. приступили к освоению элементов для сантиметровых волн и начали создавать малогабаритные механически прочные магнетроны с пониженным (250 В) анодным напряжением для радиолокационных взрывателей реактивных снарядов класса воздух—воздух.

В заключение приведу названия некоторых тем, по которым проводились исследования в 1949 г. в стенах ГНИИ-504 (**фото 16**).

Так, например, по изделию "Патрон" физико-химическая секция рассмотрела вопросы В.Ч. заливочной массы, пластических масс и резины. На секции электроники рассматривались вопросы исследования и воспроизведения ламп "Патрона".
Секция конструирования и технологии рассмотрела результаты анализа и исследования конструкции "Патрон".

Секция радиотехники рассмотрела электрическую схему изделия "Патрон".

Фото 14

т. Карпов.

Положение с виброшумами требует переработки конструкции. Что же касается применения ламп, то мне кажется, что главному конструктору следует привести более убедительный довод. Кроме того, оставшиес шесть месяцев до окончания разработки недостаточны для получения соответствующего решения в МПСС о постановке на производство новых ламп.

Фото 15

1." Использование полупроводниковых приставок в качестве триода". (докладывал Проскуряков).

2."Основные принципы расчета электронной лампы" (докладывал Янович) .

3."Вакуумная керамика (докладывал Пиванов).

4."Скиатрон или трубка с темным следом".(докладывал Крыжкер).

5."Повышенный уровень шумов в резонаторных магнетронах (докладывала Исаева) .

Фото 16

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Часы на ATmega328P и 16-сегментных светодиодных индикаторах

В. ВАТРУШИН, г. Дубна Московской обл.

Поводом для разработки и изготовления этих часов (**рис. 1**) послужило повторение часов на индикаторах ИВ-17 [1]. В этой конструкции мне не понравились некоторые авторские решения по отображению информации, а также определённые недостатки в печатной плате. И если со вторым можно справиться, переделав её на свой вкус, то с программной стороной всё сложнее, поскольку закрытый код не даёт какой-либо возможности скорректировать его под свои требования.

В результате были изготовлены достаточно компактные часы, обеспечивающие:

— индикацию времени с точностью до секунд и смену информации на дисплее с эффектом перелистывания;



Рис. 1

— индикацию даты (число/месяц/день) бегущей строкой;

— измерение температуры внутри и снаружи помещения;

— автоматическую смену режимов показа информации (часы/дата/часы/температура внутренняя/часы/температура внешняя/часы и т. д.). Автоматическая смена отключается в меню настроек, в этом случае производится постоянная индикация времени, а дополнительную информацию можно получить, переключая режимы вручную с помощью кнопок либо просто взмахом руки над часами;

— звуковой сигнал каждый час либо только днём (с 9 до 22 ч), который можно отключить в меню настроек;

— плавная многоступенчатая регулировка яркости индикатора в зависимости от внешнего освещения.

Возможна работа часов без датчика приближения, без одного или обоих датчиков температуры, в этом случае сохраняется весь функционал, за исключением того, который обеспечивался отсутствующим элементом. Опрос наличия датчиков происходит при каждом включении устройства.

Для изготовления часов был приобретён комплект из шести светодиодных 16-сегментных индикаторов KingBright PSA12-11SRWA. В качестве управляющего элемента был выбран микроконтроллер (МК) ATmega328P. Как промежуточный вариант для отладки была использована плата Arduino Nano на том же процессоре.

Схема часов на основе МК показана на **рис. 2**. В качестве датчиков температуры использованы микросхемы DS18B20, их подключают к гнёздам XS2, XS3. Источником сигналов времени применена микросхема DD8 (RTC DS3231) — высокоточные часы реального времени. По ряду причин пришлось отказаться от идеи динамической индикации. Для управления индикаторами используются 16-разрядные многофункциональные регистры-драйверы TLC59116. Каждым индикатором управляет отдельный регистр. В Интернете цена этих микросхем сравнительно невысока, поэтому это не должно создать препятствий для повторения конструкции.

Обмен данными между всеми компонентами часов, кроме датчиков температуры, производится по общей шине I²C. Управление часами производится с помощью трёх кнопок. Кнопки SB3 "Вверх" и SB2 "Вниз" в обычном режиме переключают в циклическом режиме отображаемую часами информацию, а в режиме установки эти кнопки отвечают за увеличение или уменьшение изменяемого параметра.

Кнопка SB1 "Установка" имеет два варианта нажатия. Кратковременное (до 0,5 с) и продолжительное (более 0,5 с). В обычном режиме работы кратковременное нажатие не обрабатывается, а в режиме установки вызывает переход к следующему параметру. Продолжительное нажатие используется для входа в режим установки и выхода из него. При нахождении в режиме установки и отсутствии нажатия кнопок в течение 30 с часы автоматически вернутся в обычный режим работы. Все три кнопки подключены к одному выводу МК, и с помощью резисторов R8—R11 определение нажатой кнопки производится по напряжению на этом входе.

Выбор адреса регистра на шине I²C осуществляется с помощью коммутации входов A0—A3 каждого из регистров DD1—DD6 в соответствии с документацией. Резисторы R1—R6 задают значение тока на светодиодных индикаторах. Резисторы R14 и R15 — подтягивающие для шины I²C.

Децимальные точки на светодиодных индикаторах являются, по сути, 17-м сегментом, для которого уже не хватает разрядов регистров TLC59116. Поскольку из всех точек будут использоваться всего две из шести, а также с учётом того, что потребляемый ими ток меньше максимально допустимого для выхода МК, было принято решение не использовать дополнительный регистр, а подключить децимальные точки индикаторов HG2 и HG4 к выходам МК через токоограничивающие резисторы R17 и R18.

На микросхеме DA1 (LM7805CT) собран стабилизатор напряжения 5 В. При максимальной яркости свечения и достаточно большом числе одновременно включённых элементов индикаторов потребляемый ток может достигать 1,2 А, поэтому эта микросхема должна быть снабжена теплоотводом. Из соображений минимизации высоты платы применены два включённых параллельно конденсатора C7 и C8, поскольку один конденсатор ёмкостью 1000 мкФ имеет слишком большие габаритные размеры.

Датчики температуры DS18B20 взаимодействуют с МК по шине 1-Wire, хотя и имеется возможность подключить их к одному входу МК параллельно, это вносит определённые сложности в программную часть. Адрес датчика заранее неизвестен, и узнать его можно, подключив и опросив датчик, а затем прописав этот адрес в коде как соответствующий измерителю температуры внутри или снаружи помещения. Таким образом, теряется возможность переносимости кода без его коррекции. Конечно, возможен вариант задания соответствия датчиков через режим настроек с получением информации от пользователя, но это приводит как к неоправданному усложнению программного кода, так и к более сложной для пользователя настройке. Поэтому был выбран более простой вариант. Каждый датчик подключён на отдельный вход МК. Резисторы R12 и R13 — подтягивающие для шины 1-Wire. Для воспроизведения звуковых сигналов используется излучатель HA1 (HC0903A), подключённый к МК через резистор R16. Все конденсаторы ёмкостью 100 нФ — помехоподавляющие.

Также присутствует диод Шоттки VD1, использование которого оправда-

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2022

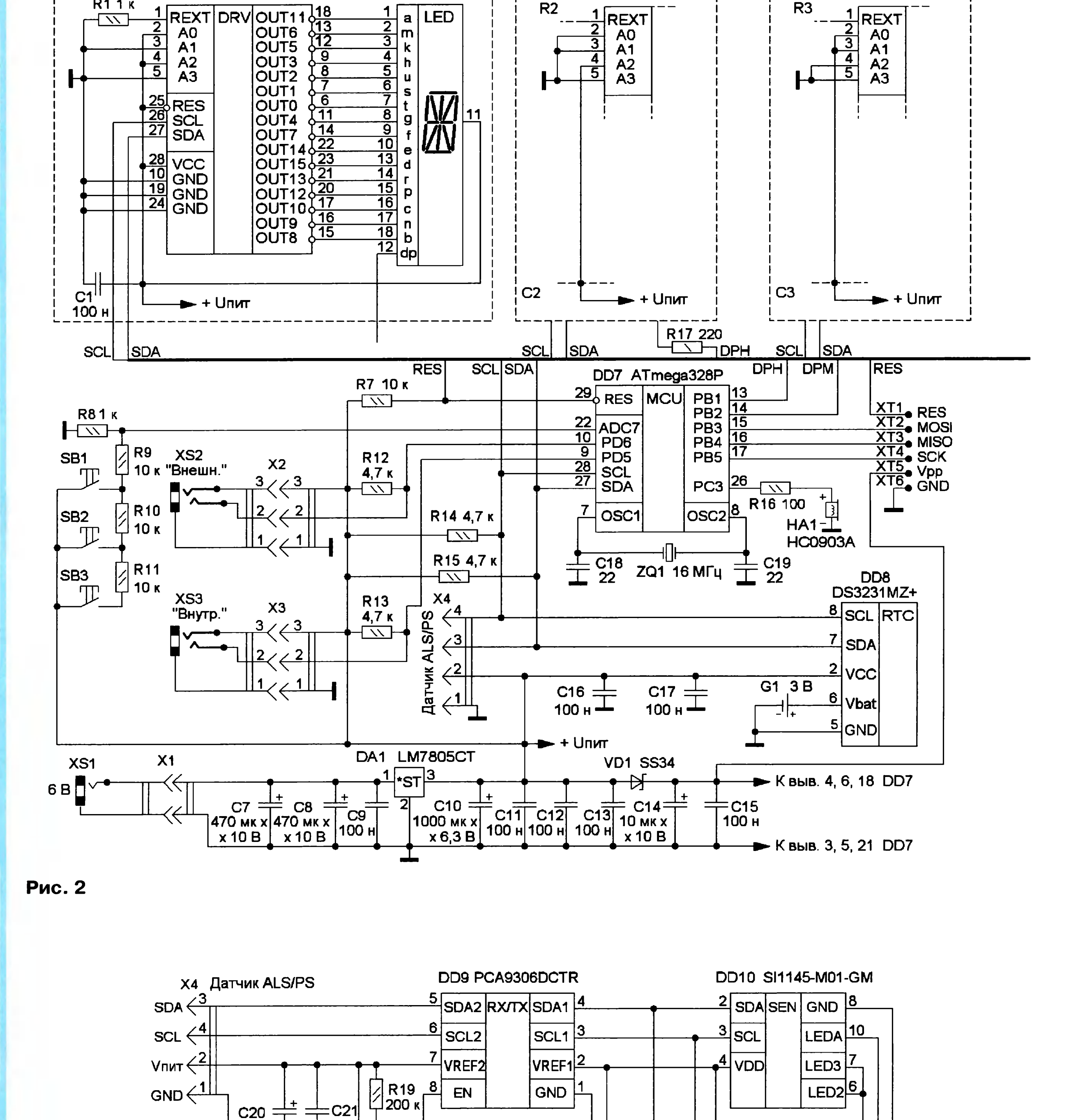
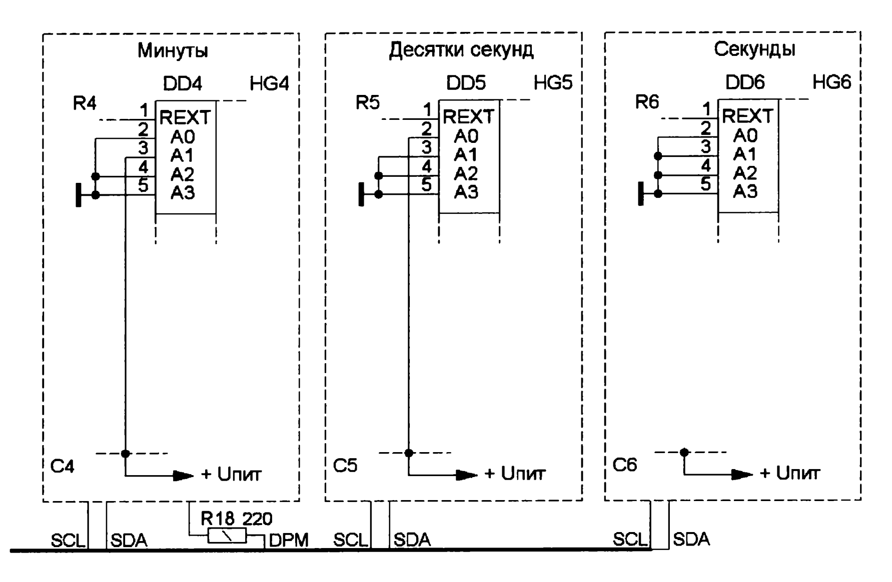

Десятки часов
DD1 TLC59116IPWR
HG1
PSA12-11SRWA
R1 1 к
REXT
DRV
A0
A1
A2
A3
RES
SCL
SDA
VCC
GND
OUT11
OUT6
OUT5
OUT3
OUT2
OUT1
OUT0
OUT4
OUT7
OUT14
OUT15
OUT13
OUT12
OUT10
OUT9
OUT8
LED
dp
C1
100 н
+ Uпит
Часы
DD2
HG2
R2
C2
Десятки минут
DD3
HG3
R3
C3
R17 220
DPH
DPM
SCL
SDA
RES
DD7 ATmega328P
MCU
R7 10 к
R8 1 к
ADC7
PD6
PD5
PB1
PB2
PB3
PB4
PB5
PC3
OSC1
OSC2
XT1 RES
XT2 MOSI
XT3 MISO
XT4 SCK
XT5 Vpp
XT6 GND
R16 100
HA1
HC0903A
SB1
SB2
SB3
R9 10 к
R10 10 к
R11 10 к
XS2 "Внешн."
X2
R12 4,7 к
R14 4,7 к
R15 4,7 к
C18 22
ZQ1 16 МГц
C19 22
DD8
DS3231MZ+
RTC
Vbat
XS3 "Внутр."
X3
R13 4,7 к
X4
Датчик ALS/PS
C16 100 н
C17 100 н
G1 3 В
XS1
6 В
X1
DA1 LM7805CT
*ST
VD1 SS34
C7 470 мк х х 10 В
C8 470 мк х х 10 В
C9 100 н
C10 1000 мк х х 6,3 В
C11 100 н
C12 100 н
C13 100 н
C14 10 мк х х 10 В
C15 100 н
К выв. 4, 6, 18 DD7
К выв. 3, 5, 21 DD7
X4 Датчик ALS/PS
Vпит
GND
DD9 PCA9306DCTR
SDA2
RX/TX
SDA1
SCL2
SCL1
VREF2
VREF1
EN
C20 1 мк х х 10 В
C21 100 н
R19 200 к
C25 100 н
DD10 SI1145-M01-GM
SEN
VDD
LEDA
LED3
LED2
DA2 TPS78233DDCR
IN
STU
OUT
R20 4,7 к
R21 4,7 к
R22 30
C22 1 мк х х 10 В
C23 100 н
C24 22 мк х х 10 В

Рис. 2

Рис. 3



но в случае, если планируется многократное перепрограммирование МК. Однако при его использовании есть вероятность, что придётся производить подборку резистора R8. Если внутрисхемное перепрограммирование МК не предполагается, целесообразно заменить этот диод перемычкой.

Датчик света и приближения (ALS-PS) выполнен на основе микросхемы SI1145 (**рис. 3**), он собран на отдельной плате и соединяется с часами с помощью разъёма X4, нумерация элементов продолжена. На этой плате также расположены стабилизатор напряжения 3,3 В (DA2) и двунаправленный преобразователь уровня шины I^2C DD9, необходимый для согласования работы датчика DD10 (SI1145), питающегося напряжением 3,3 В, с МК, питающимся напряжением 5 В. Так как для этой платы требуются детали минимальной толщины, в нём использованы танталовые SMD-конденсаторы C20, C22, C24.

Все резисторы и керамические конденсаторы, применённые в устройстве, — для поверхностного монтажа типоразмера 0805, за исключением резисторов R9 и R10, они типоразмера 1206 из соображений требуемой мощности рассеяния.

Отдельно следует пояснить, почему был выбран датчик SI1145 с достаточно сложным подключением через преобразователь уровня. Изначальной идеей было управление часами вообще без кнопок, исключительно с помощью жестов, с использованием датчика APDS9660. Однако, как показала практика, у него есть два недостатка, исключающих его применение в конструкции такого типа. Во-первых, он плохо работает за стеклом, хотя в техническом описании это заявлено. Из найденных в Интернете статей была получена информация о том, что в каждом конкретном случае под каждое стекло необходима тонкая настройка нескольких десятков параметров датчика. Но какой-либо внятной информации, что это за параметры, найти так и не удалось. И если эту проблему можно было обойти техническим путём (например, сделав отверстие в корпусе), то вторая проблема оказалась сложнее. Дело в том, что для получения данных с этого датчика необходимо полностью считать информацию из его буфера. Но пока в его зоне действия находится предмет, который он "видит", буфер постоянно наполняется. И в это время выполнение МК основной программы фактически приостанавливается. Выглядит это как остановка смены показаний на индикаторе часов, если поднести руку к датчику. Для часов с показанием секунд это совершенно неприемлемо.

Существует вариант библиотеки этого датчика, который делает регулярный принудительный сброс буфера, но это не решает в целом проблему, так как вместо полностью остановившихся показаний имеем замедление вывода информации, а также уход показаний времени (исправляется пересинхронизацией с RTC, но это влечёт за собой другие нежелательные эффекты в отображении информации). В итоге вариант с APDS9960 был признан неприменимым к часам, в которых реализовано отображение секунд.

Вторым вариантом было использование датчика VL6180. Но продавцы из Интернета дважды(!) прислали датчик, прекрасно работающий как датчик приближения, но никак не реагирующий на внешнее освещение. При внимательном рассмотрении под мощной линзой оказалось, что вместо датчика света на них просто находится заглушка. Таким образом, датчик SI1145 оказался первым подошедшим по параметрам и исполнению, хотя и более сложным в монтаже. Четвёртый вариант на основе датчика VCNL4010 я не проверял в работе, оставив, таким образом, поле для экспериментов читателям.

Питание осуществляется от внешнего стабилизированного блока питания 6 В. Можно использовать источник питания с напряжением 9 В, однако в этом случае нагрев микросхемы DA1 будет значительно больше. Поэтому во избежание перегрева следует позаботиться о достаточной вентиляции и, возможно, увеличенном теплоотводе для этой микросхемы.

Элементы устройства размещены на трёх печатных платах, две из которых собираются в "сэндвич", а на небольшой третьей собран датчик освещения и приближения, она подключается к процессорной плате ленточным кабелем. Размеры индикаторной и процессорной плат — 187×44 мм, платы датчика освещения и приближения — 20×20 мм. Все элементы для поверхностного монтажа монтируют со стороны печатных проводников. Выводные элементы — с другой стороны. В авторском варианте чертежей печатных плат, который выложен на сайте редакции, все детали подписаны, и при наведении указателя на любой из них будет показан также номинал, что облегчает процесс монтажа.

Чертёж процессорной платы и схема размещения элементов на ней показаны на **рис. 4**. На **рис. 5** и **рис. 6** показана смонтированная процессорная плата.

Чертёж индикаторной платы и схема размещения элементов на ней показаны на **рис. 7**, а на **рис. 8** — смонтированная плата.

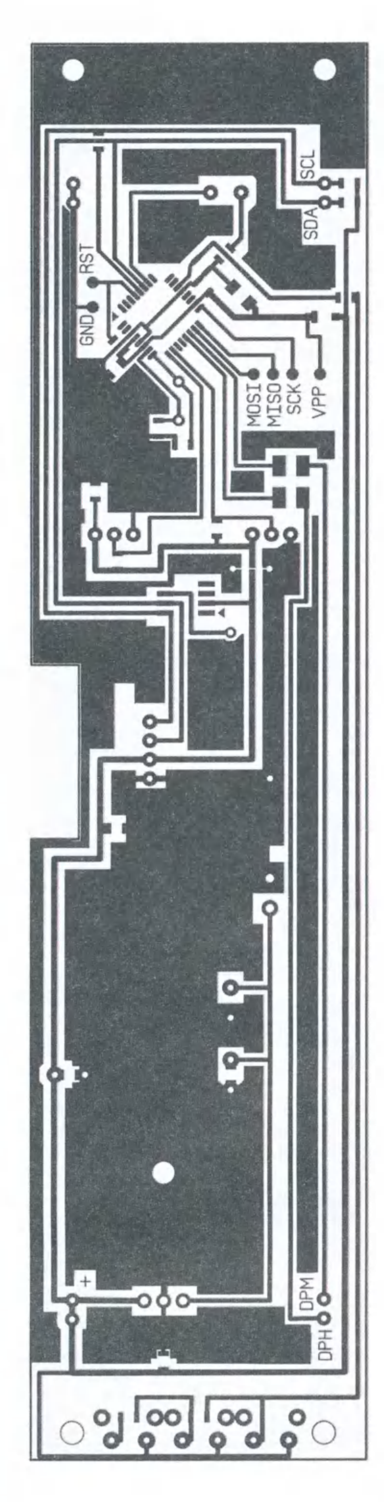
Для упрощения платы выполнены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. При этом число проволочных перемычек минимально. Одна — на процессорной плате, семь — на плате индикаторов. Обратите внимание, что перемычки на индикаторной плате следует установить до того, как будут впаяны индикаторы. Это сделано с эстетической целью, чтобы каждая из них полностью располагалась под индикаторами. Также присутствует одна SMD-перемычка сопротивлением 0 Ом (обозначена на рис. 5 и рис. 6 как R0) на процессорной плате и шесть — на индикаторной.

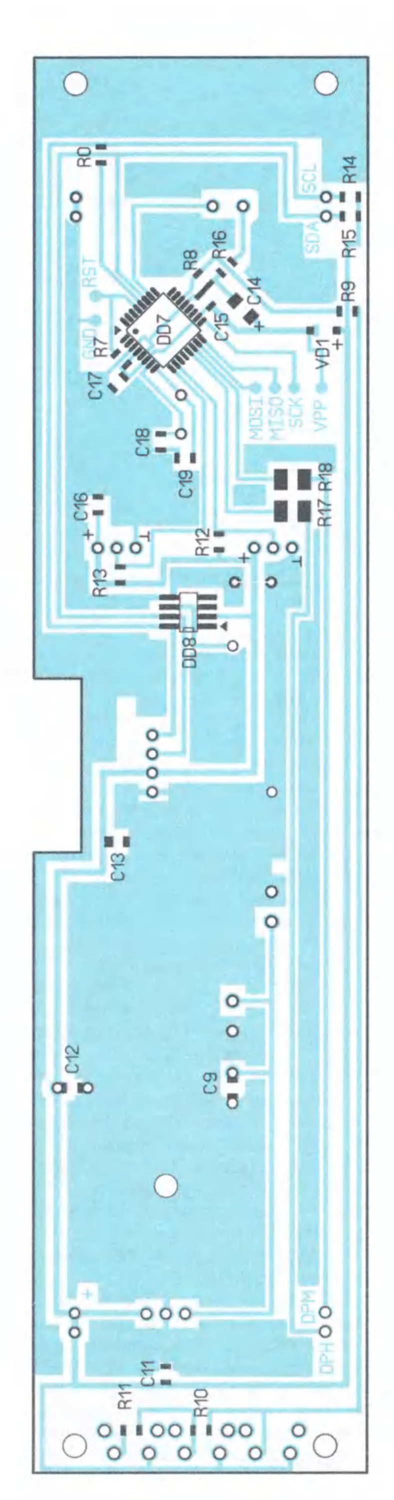
Соединения между платами минимальны и состоят из шести линий: два провода линии I^2C, два провода управления децимальными точками и линии питания "+" и "−" по два провода каждый. Они разведены в четыре двухконтактных разъёма (PLS и PLD), расположенных по углам плат, что обеспечивает определённую жёсткость конструкции при их соединении и возможность быстрой сборки и разборки.

Микросхема стабилизатора напряжения DA1 установлена на теплоотвод KG-300-1, теплорассеивающие рёбра которого разогнуты в стороны, чтобы он мог поместиться в промежуток между двумя собранными вместе платами. Элемент питания микросхемы DD8 (RTC) устанавливается в держатель, который установлен на процессорную плату. Для подключения платы датчика света и приближения на ней установлен разъём DS1069-4 MR (X4), для подключения датчиков температуры — два разъёма DS1069-3 MR (X2, X3), а для подключения питания на плате распаян разъём DS1072-2 MR (X1).

Плата датчика света и приближения также выполнена на одностороннем стеклотекстолите (**рис. 9** и **рис. 10**). На плате установлены танталовые конденсаторы типоразмера A (C20, C22) и

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru





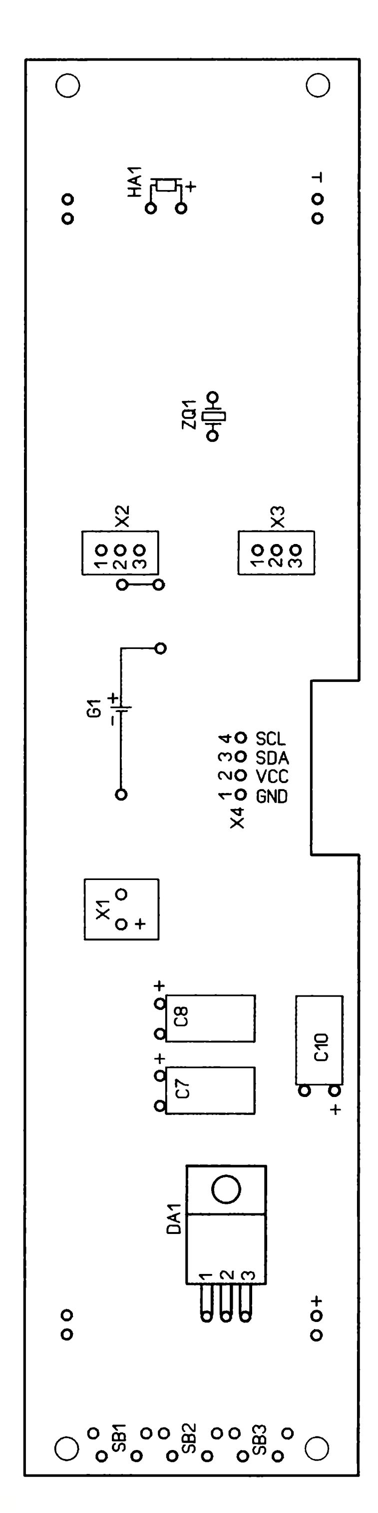
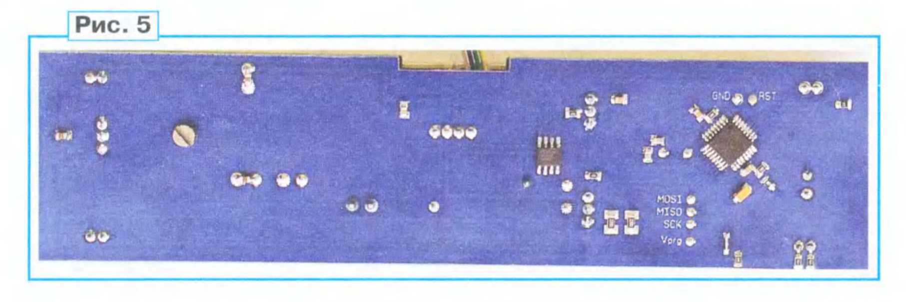


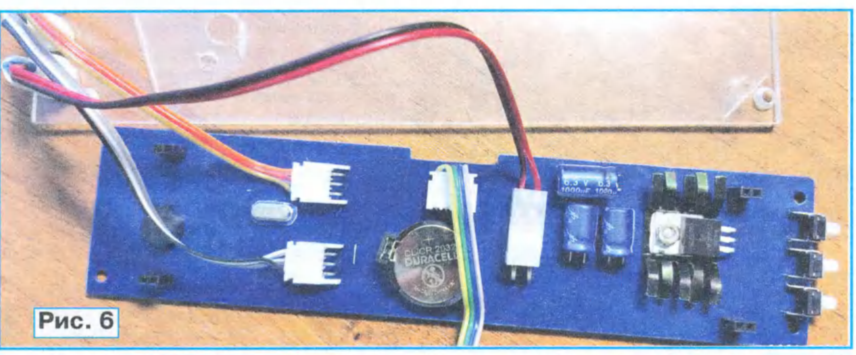

Рис. 4

типоразмера В (С24). Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 11**. Ввиду миниатюрного размера платы и плотного монтажа, что может повлечь определённые трудности в повторении, в программной части устройства предусмотрена работа без этой платы. При этом яркость часов будет всегда вдвое меньше максимальной, но все остальные функции (кроме

Рис. 5



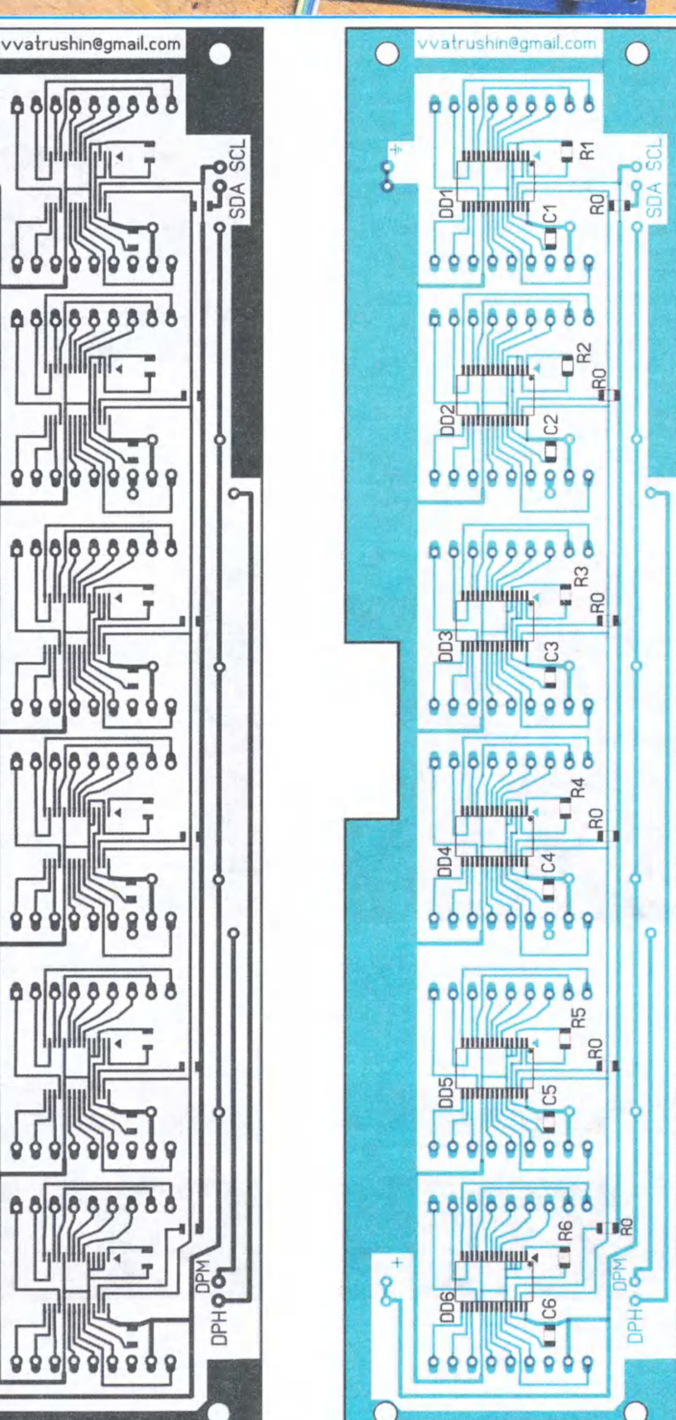



Рис. 6

переключения режимов по взмаху руки) полностью сохраняются.

Все платы выполнены с использованием фоторезиста, с последующим нанесением паяльной маски. Использование паяльной маски необязательно, но желательно, поскольку это снижает вероятность возникновения ошибок и замыканий при поверхностном монтаже.

Монтаж печатных плат не имеет каких-либо особенностей, требует лишь внимания и аккуратности, а также соответствующего работе



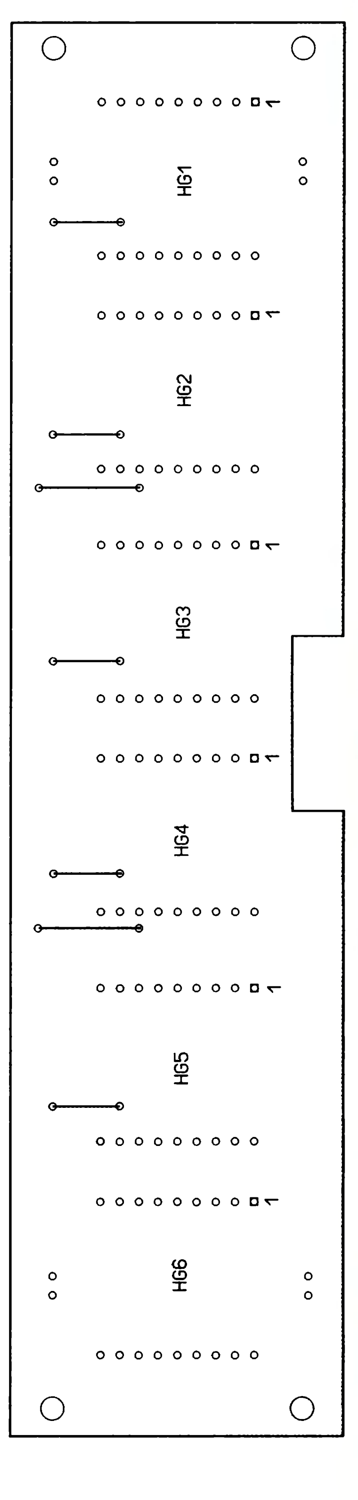


Рис. 7

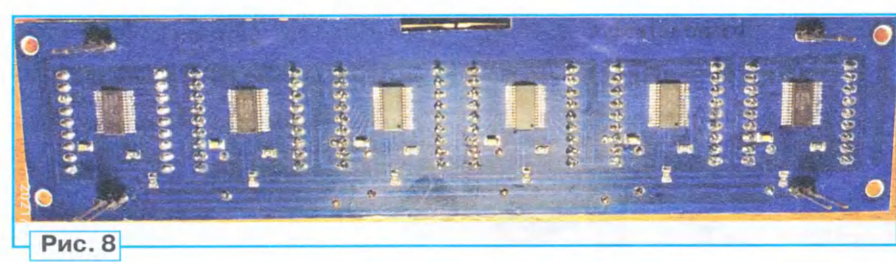


Рис. 8

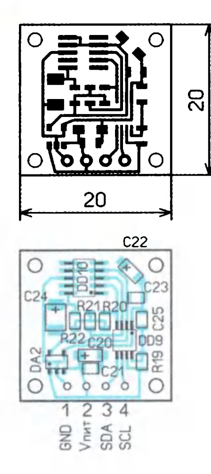


Рис. 9

инструмента. Для монтажа датчика SI1145 на плату также потребуется паяльный фен. После вытравливания печатных плат, до нанесения паяльной маски, необходимо приборным методом проверить все соседние печатные проводники на предмет замыкания.

Ввиду нестабильного качества покупаемых в Интернете деталей рекомендую МК припаивать не всеми выводами сразу, а для начала припаять выводы, необходимые для программирования и подключаемые к обозначенным на плате контактным площадкам MOSI, MISO, SCK, RST, GND и VPP, а также подключаемые к кварцевому резонатору. В этом случае будет проще заменить МК на другой в случае дефектного экземпляра. После того как программирование МК произойдёт успешно, можно распаять все остальные его выводы.

После монтажа необходимо тщательно отмыть все платы от остатков флюса, а также проверить под мощным увеличительным стеклом на возможные замыкания между выводами и печатными проводниками, которые могли произойти при монтаже.

Программная часть устройства создавалась в среде Arduino IDE с использованием свободно распространяемых библиотек. Весь пакет, включая библиотеки, находится в архиве software.zip. Из библиотеки TLC59116 вручную убран весь "отладочный" код для сокращения используемого объёма памяти. В архив включены только сторонние библиотеки и не входят являющиеся "стандартными" для Arduino (Wire.h, eeprom.h и т. п.).

При компиляции использовалось облегчённое ядро от AlexGyver, инструкция по установке которого находится в [2]. Для программирования МК использовался тот же модуль Arduino Nano, на котором происходила отладка ПО. Способ программирования МК ATmega с помощью Arduino является широко известным и не рассматривается в рамках этой статьи. Исходный код программы достаточно самодокументирован и не должен вызвать трудностей в понимании. Тем не менее, необходимо дать некоторые пояснения по тексту программы.

BUFFERLENGTH — максимальная длина буферной строки, в которую помещается текст для вывода "бегущей" строки, т. е. дата. "Хвост" строки заполняется пробелами, чтобы все символы строки успели уйти с экрана перед переключением на показ времени.

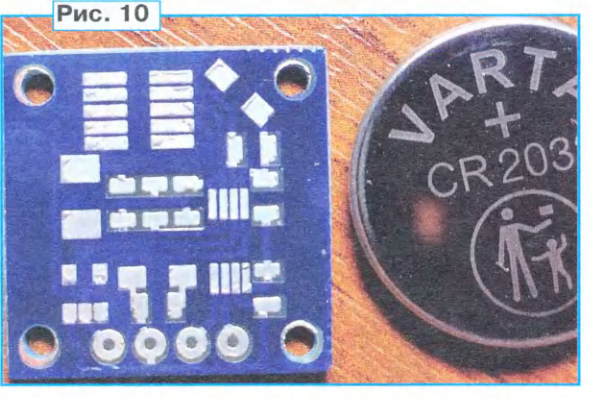


Рис. 10

В коде используется ряд программных таймеров. Описание каждого из них дано в комментариях. Не рекомендуется менять значения таймеров **Timer71ms** и **Timer500ms**. Первый из них подобран опытным путём и отвечает за перелистывание символов в режиме показа времени. Второй используется при счёте и отображении времени, его изменение может привести к тому, что в периоды между ресинхронизацией с RTC время будет убегать либо отставать. Значения остальных таймеров могут быть изменены по желанию, но в разумных пределах.

Константа **PROXIMITY_TRESHOLD** отвечает за срабатывание триггера на приближение руки (жест) и подобрана

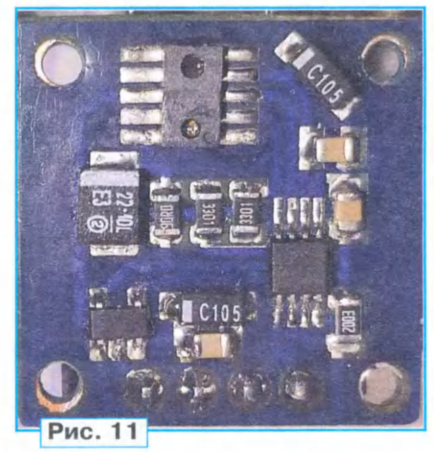


Рис. 11

опытным путём. При уменьшении значения этой константы чувствительность датчика будет выше и срабатывание будет на большем расстоянии, однако в этом случае высока вероятность ложных срабатываний при облучении датчика ярким светом (например, если поставить часы под настольную лампу или на яркое солнце).

Константа **NUM_AVER** определяет число измерений яркости окружающего света, по усреднённому значению которых выставляется яркость индикаторов. Чем больше величина, тем более плавным будет изменение яркости, но ценой большего расхода оперативной памяти. Управление яркостью индикаторов осуществляется с помощью ШИМ, реализованной аппаратно в драйверах TLC59116.

В разделе **0_definitions** определяются начертания символов, отображаемых на индикаторах. Там же приведено соответствие сегментов индикатора битам определяющих констант. При желании можно изменить шрифты, следуя приведённому описанию.



Рис. 12

"Мигание" показаний (например, в режиме установки) также осуществляется программно, с помощью функции **indicatorOnOff**. TLC59116 поддерживает аппаратный режим мигания, но, к сожалению, частота отличается у разных экземпляров микросхем, и, включая мигание, например, для секунд, получается, что единицы и десятки секунд мигают "вразнобой", что не

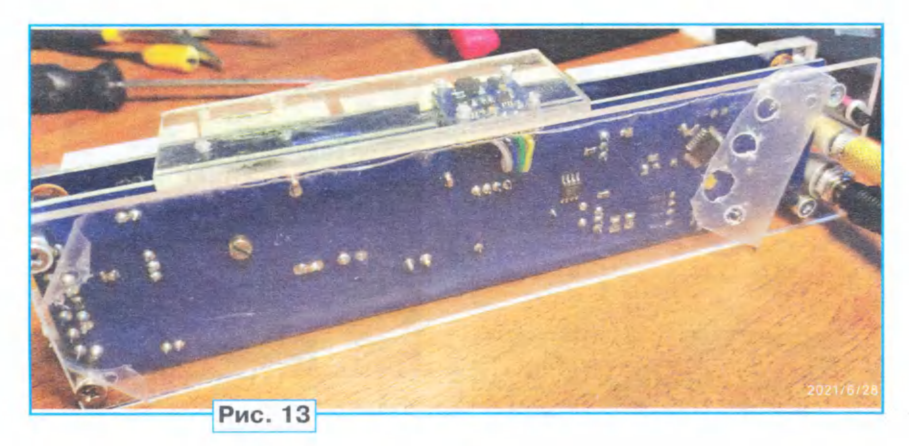


Рис. 13

является приемлемым вариантом. Для подачи звукового сигнала жёстко задана частота 3,2 кГц, что является резонансной частотой для применённого типа звукового излучателя.

Отдельно расскажу о различных способах работы с переменными в функциях (передача по ссылке, по значению, либо использование глобальных переменных). Это было сделано для минимизации используемой памяти МК, как оперативной, так и постоянной. Способ передачи подбирался опытным путём, за исключением тех мест, где необходимо использование локальных переменных внутри функции.

Для тех, кто не хочет разбираться с тонкостями программного кода и его компиляции, прилагается готовый hex-файл, который можно загрузить непосредственно в МК с помощью любого доступного программатора. Устройство не имеет частей, требующих отдельного налаживания для нормальной работы устройства.

При корректной прошивке МК и отсутствии ошибок при монтаже сразу после включения часов плавно увеличится яркость (при наличии датчика света и приближения), и будет показано время, которое находится в памяти RTC. Если этого не произошло, следует внимательно проверить плату на наличие непредусмотренных замыканий. На выходе стабилизатора должно присутствовать напряжение 5 В, оно же должно быть на линиях питания МК, индикаторах и регистрах.

В случае использования диода Шоттки, возможно, придётся незначительно уменьшить сопротивление резистора R8 до уверенного срабатывания кнопок либо замкнуть диод перемычкой, которую нужно будет снять, если потребуется обновить прошивку МК. Каких-либо других операций по налаживанию с аппаратной частью не требуется.

Корпус устройства сделан из оргстекла толщиной 3 мм. Лицевая и боковые части из цветного (цвета рубин), верхняя, нижняя и задняя — из прозрачного. Обязательное требование прозрачности применимо лишь к верхней части корпуса, поскольку на ней устанавливается датчик света и приближения, калиброванный под прозрачное стекло.

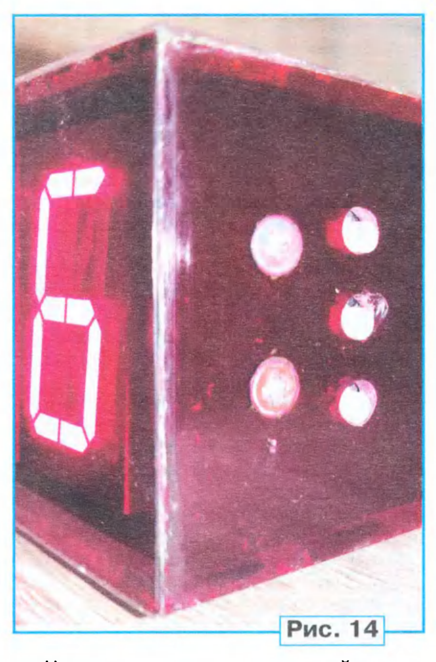


Рис. 14

Чертежи всех внешних частей корпуса находятся в архиве body.zip в формате pdf. Чертёж задней панели можно напечатать в масштабе 1:1 и использовать как шаблон для сверления отверстий.

На задней стенке предусмотрено три отверстия (помимо отверстий для крепежа платы) для разъёма питания, для датчика комнатной температуры и для разъёма датчика внешней температуры. Датчик внутренней температуры выведен в отверстие и закреплён на корпусе с помощью термоклея.

Из оргстекла толщиной 6 мм (два склеенных дихлорэтановым клеем 3 мм листа) изготавливаются два блока так, чтобы правый (**рис. 12**) блок был ровно по краю индикаторной печатной платы. Левый должен выступать за край платы, так, чтобы расстояние между внешними торцами левого и правого блоков было ровно 196 мм (как и ширина задней панели). В каждом из блоков сверлят отверстие и нарезают резьбу М3, с помощью которой эти блоки прикручивают к индикаторной плате с помощью стоек высотой 10 мм. Далее на эти стойки устанавливают процессорную плату и закрепляют четыре стойки высотой 5 мм. На эти стойки устанавливают заднюю панель корпуса и крепят винтами М3 с потайной головкой. В итоге получается "сэндвич" из двух плат и задней панели корпуса (**рис. 13**).

В одной из боковых панелей сверлят отверстия для кнопок. На чертеже панелей эти отверстия не показаны, так как сверлились по месту. Высота толкателей кнопок такова, что они выступают над корпусом на достаточную для удобного нажатия высоту, при этом не портят внешний вид.

Далее необходимо установить на верхнюю панель корпуса датчик света и приближения. Датчик устанавливается напротив выреза в печатных платах. Для установки потребуются винты М2 с минимальной толщиной головки. Хорошо подходят винты от HDD ноутбука. В случае, если у вас есть винты только с достаточно большой головкой, необходимо плату датчика сместить максимально к задней стенке корпуса, чтобы она не находилась над светодиодными индикаторами, так как расстояние между ней и индикаторами минимально.

Для платы датчика по месту сверлят четыре отверстия диаметром 1,5 мм и глубиной 2,5 мм. Важно просверлить отверстие достаточной глубины, но при этом не сделать его сквозным. В отверстиях нарезают резьбу М2. Для установки платы необходимо изготовить четыре втулки с внутренним диаметром 2 мм и высотой 2 мм. Удобно использовать для этого вытяжные заклёпки диаметром 3,2 мм, из которых вынимают стержень, отрезают от них кусок длиной 2 мм и проходят изнутри сверлом диаметром 2 мм.

На сам датчик SI1145 необходимо сделать наклейку, исключающую отражение от оргстекла луча от светодиода до фотоприёмника. Для этого использовалась тонкая пористая резина на самоклеящейся основе, взятая с того же неисправного HDD. В ней тонкой трубкой пробивают два отверстия, которые при наклеивании должны совпадать с отверстиями в датчике.

В верхней и нижней панелях корпуса необходимо сделать ряд отверстий в районе стабилизатора напряжения, необходимых для вентиляции. С целью снижения попадания пыли внутрь устройства отверстия в верхней панели делают под углом 45°.

Далее все панели корпуса, кроме задней, склеивают дихлорэтановым клеем (не рекомендую использовать чистый дихлорэтан). Надо перед склеиванием снять защитную плёнку со всех панелей, поскольку клей может неза-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2022

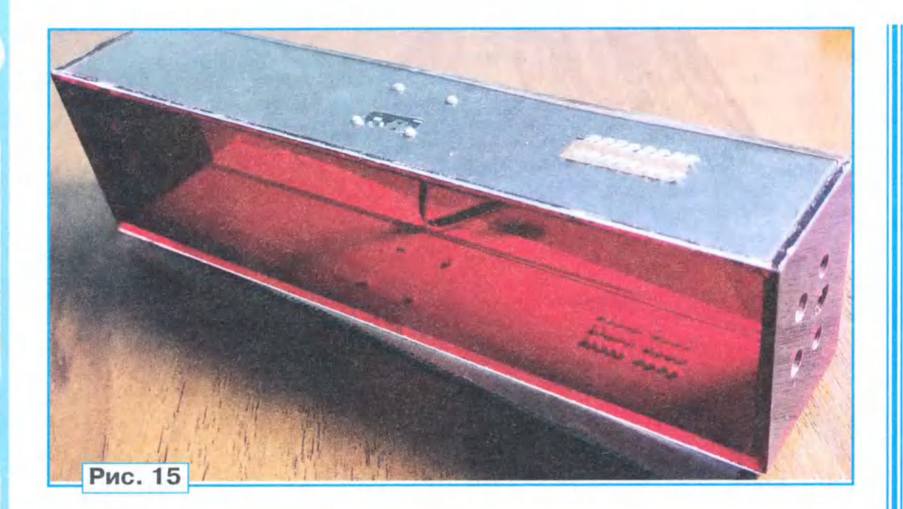


Рис. 15

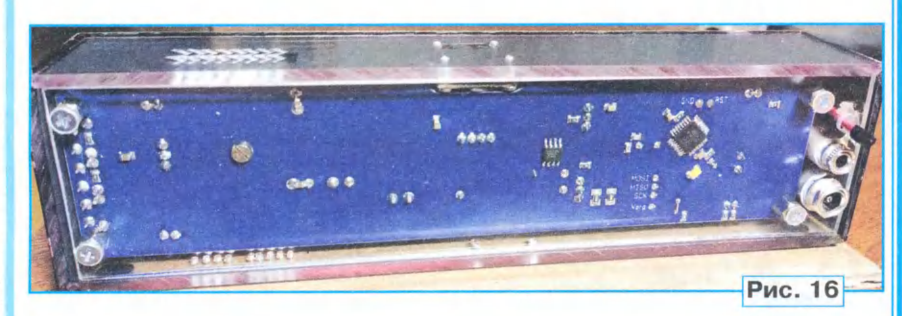


Рис. 16

метно затечь под неё и испортить поверхность.

После высыхания клея в подготовленный корпус устанавливают собранную конструкцию и в боковых панелях сверлом диаметром 2,5 мм делают отверстия, продолжающиеся в установленные по сторонам от индикаторов блоках из оргстекла. Затем в полученных отверстиях нарезают резьбу М3, отверстия в корпусе делают сверлом 3 мм и рассверливают под потайную головку (**рис. 14**). Верхнюю и боковую поверхности корпуса закрывают изнутри листами чёрной плотной бумаги с вырезами для датчика и вентиляционных отверстий (**рис. 15**).

Затем на верхнюю панель корпуса с внутренней стороны устанавливают на подготовленные втулки плату датчика света и приближения и крепят винтами. Шлейф датчика стыкуется с гнездом на процессорной плате, после чего устройство собирается в единую конструкцию (**рис. 16**).

В описании не было обычной фразы "конструкция сделана из недорогих и доступных деталей". Все используемые детали доступны, что-то в магазине, что-то в Интернете. Однако некоторые из них могут оказаться относительно недешёвыми, например, используемые индикаторы. Замечу, что это устройство сделано не исходя из принципа "дома не осталось ни одних часов, надо к утру сделать хоть что-нибудь из того, что есть под руками". Напротив, целью было получение определённого функционала, а не дешевизны и быстроты изготовления.

В программной части заложена возможность добавления ещё до трёх датчиков (см. переменную enabledModes), работающих по шине I²C или 1-Wire. Для этого нужно лишь добавить инициализацию, опрос и вывод информации, при этом кардинального изменения кодовой базы не требуется.

Также не представляет сложности добавление функционала будильника. Это не сделано лишь по той причине, что не считаю целесообразным наличие будильника в устройстве, питающемся от сети 230 В.

При проектировании печатных плат использовались общедоступные библиотеки элементов, которые, к сожалению, страдают одним недостатком — слой шелкографии на них зачастую находится прямо на контактных площадках. Это следует учитывать, если захотите заказать изготовление плат на Jlcpcb.com либо аналогичном сервисе, перекрывающий слой шелкографии необходимо будет отключить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Часы ИВ-4/ИВ-17. — URL: **http://robocua.blogspot.com/2015/01/4-17.html** (14.11.21).

2. Gyvercore — быстрое и лёгкое ядро для Arduino. — URL: **https://alexgyver.ru/gyvercore/** (14.11.21).

***От редакции**. Упомянутые в тексте файлы для программирования микроконтроллера, чертежи корпуса часов, чертежи печатных плат в редакционном и авторском варианте, а также видеозапись работы устройства находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/clock16.zip** на нашем FTP-сервере.*

Автоматика видеоглазка

А. ТАТАРКОВ, г. Луганск

Чтобы увидеть пришедшего посетителя, хозяева домов устанавливают различные видеоустройства возле квартиры или на улице у входных ворот, с помощью которых можно записывать и наблюдать за посетителями в этих местах. В настоящее время такое видеоустройство как видеоглазок, появившийся в середине 90-х годов прошлого века, является самым простым и доступным. Держать видеоглазок постоянно подключённым к источнику питания экономически не оправдано, желательно включать его на некоторое время при появлении в наблюдаемой им зоне посетителя. Включение видеоглазка можно совместить с включением звонка, звуком сообщающего о посетителе. При этом посетитель сам нажимает на кнопку звонка и вместе со звучанием звонка включается и видеоглазок. Такая автоматика была уже описана в журнале [1], но она потребляет в дежурном режиме определённую мощность от источника постоянного напряжения. Предлагаемое устройство в дежурном режиме от сети 230 В тока не потребляет совсем.

VD1.1. От этого напряжения питается стабилизатор напряжения на микросхеме DA1, который формирует стабилизированное напряжение постоянного тока 5 В, которое используется для питания таймера, собранного на микросхеме DD1 (КР512ПС10). Эта микросхема включена по схеме генератора инфранизкой частоты, заимствованной из [2].

При появлении напряжения питания транзистор VT3 открывается током, протекающим через резистор R4, поэтому реле K1 срабатывает. При отпускании кнопки звонка устройство остаётся подключённым к сети на время, определяемое таймером. Длительность выдержки таймера устанавливают подстроечным резистором R3. После окончания выдержки времени на выходе Q1 (вывод 9) микросхемы DD1 устанавливается напряжение, близкое к нулю, транзистор VT3 закрывается и реле отключает трансформатор T1 от сети. В результате устройство переходит в дежурный режим. Схема такого использования реле заимствована из [3, 4] с некоторой переработкой и дополнительными возможностями.

видеомагнитофона, DVD-плеера или для просмотра цифрового эфирного телевидения DVB-T2 со специальной приставки. К этому входу подключают видеоглазок соединительным кабелем. При подключении чёрно-белого видеоглазка, а большая часть из недорогих видеоглазков такими и являются, изображение на телевизоре будет чёрно-белое. Телевизор при подаче на него сетевого напряжения должен включаться сразу в режим видеовхода, а не в дежурный режим или в режим приёма эфирного телевидения.

Другая дополнительная возможность — это включение видеоглазка самим хозяином дома для наблюдения за ситуацией у входных дверей. Дополнительный выключатель, который может быть обычным выключателем для включения осветительных ламп, замыкает своими контактами выводы разъёма XT5 и тем самым подаёт сетевое напряжение непосредственно на первичную обмотку трансформатора T1. В этом случае устройство подаёт питание на видеоглазок, осветительную лампу и монитор, но звонок не звонит. Поскольку в этом случае таймер работает, снять напряжение с видеоглазка можно по окончании времени выдержки и сразу после размыкания контактов выключателя. При использовании вместо выключателя кнопки с самовозвратом, устройство включается только на время работы таймера, как и при нажатии на звонковую кнопку.

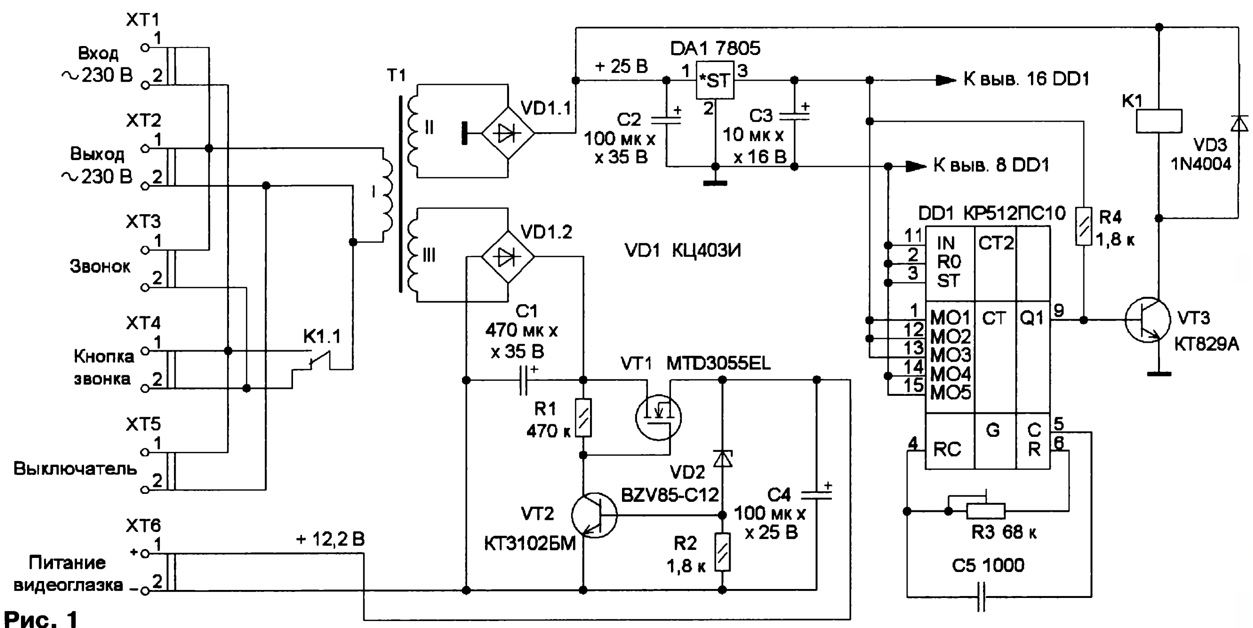


Рис. 1

Схема устройства управления питанием видеоглазка показана на **рис. 1**. К разъёму XT1 подключается сеть 230 В, к разъёму XT3 подключается электрический бытовой звонок, а к разъёму XT4 — обычная кнопка звонка. В таком состоянии устройство обесточено и находится в дежурном режиме. При нажатии на кнопку звонка напряжение сети поступает на звонок и через нормально замкнутый переключающий контакт K1.1 обесточенного реле K1 на первичную обмотку трансформатора T1. Напряжение обмотки II выпрямляет диодный мост

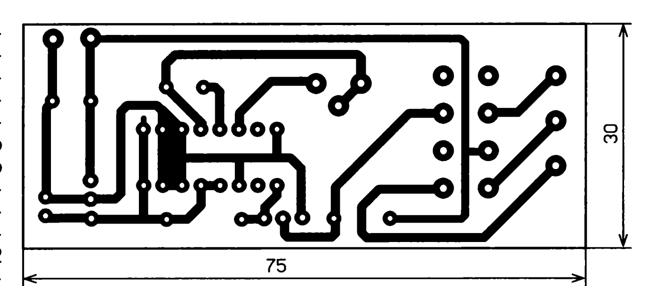
Одна из таких возможностей — включение вместе с видеоглазком лампы, освещающей место перед ним, а также монитора, подключённого к выходу видеоглазка. Чтобы реализовать эту возможность, к первичной обмотке трансформатора T1 подключён разъём XT2. К нему можно подключить осветительную лампу и монитор. Монитором может быть обычный транзисторный телевизор, включённый в режим видеовхода, а не в режим приёма с антенного входа. Такой режим используют для просмотра видеопрограмм с

С вторичной обмотки III трансформатора T1 выпрямленное диодным мостом VD1.2 напряжение поступает на стабилизатор напряжения, собранный на транзисторах VT1 и VT2. Стабилизированное напряжение выводится на разъём XT6, к которому подключают провода питания видеоглазка. Стабилизатор напряжения выполнен по схемам, опубликованным в [5, 6], но вместо транзистора в качестве стабилитрона, работающего в микротоковом режиме, используется обычный стабилитрон VD2. Мощный полевой транзис-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тор VT1 MTD3055EL [7] включён в линию питания и регулирует выходное напряжение. Биполярный маломощный транзистор VT2 регулирует проводимость мощного полевого транзистора так, что напряжение на выходе стабилизатора (12,2...12,5 В) определяется напряжением стабилизации стабилитрона VD2 и напряжением база—эмиттер биполярного транзистора. Если для питания видеоглазка необходимо другое напряжение, следует применить стабилитрон с соответствующим напряжением стабилизации.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный резистор — многооборотный СП3-39А. Оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные, С5 — керамический или плёночный. Использовано герметичное электромагнитное реле РЭН34 ХП4.500.000-01 с номинальным напряжением обмотки 24 В, но можно применить аналогичное импортное. Понижающий трансформатор Т1 — ТПП234 мощностью 9 Вт, параметры которого приведены в [8]. У этого трансформатора шесть вторичных обмоток. В устройстве они включены так, чтобы получить два переменных напряжения 20...22,5 В. В этом случае последовательно включены две обмотки с напряжением по 10 В и одна обмотка с напряжением 2,55 В. Если необходимо меньшее напряжение на входе линейного стабилизатора, подключают одну или две обмотки трансформатора. Транзистор КТ829А можно заменить транзистором КТ972А, устанавливать его на теплоотвод нет необходимости. Транзистор VT1 установлен на ребристый теплоотвод с площадью поверхности не меньше 100 см^2, его размеры зависят от тока, потребляемого видеоглазком. Интегральный стабилизатор напряжения 7805 на теплоотвод не устанавливают. Стабилитрон BZV85-C12 можно заменить импортным стабилитроном серии BZV55 с соответствующим напряжением стабилизации или отечественным стабилитроном серии Д814.



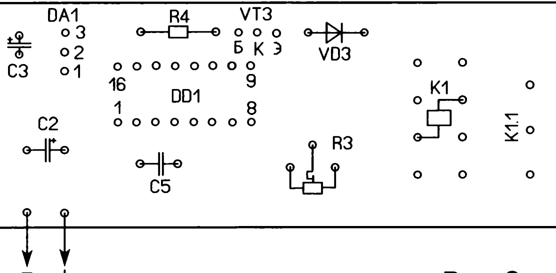


Рис. 2

Часть деталей устройства размещены в корпусе с применением навесного проводного монтажа, за исключением деталей, относящихся к таймеру, они установлены на односторонней печатной плате размерами 75×30 мм, чертёж которой и расположение элементов на ней показаны на **рис. 2**. Плата крепится через отверстия в чехле реле к корпусу устройства. В корпусе установлены трансформатор, теплоотвод, на котором размещён транзистор VT1, сдвоенный диодный мост VD1 и клеммы XT1—XT6. Если корпус устройства токопроводящий, теплоотвод необходимо от него изолировать.

Налаживание заключается в проверке указанных на схеме напряжений и установке необходимого времени выдержки таймера подстроечным резистором R3, например, 20 с. Стабилизированное напряжение питания видеоглазка, как уже сказано выше, регулируется подборкой стабилитрона VD2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Овсянников С.** Блок управления "видеоглазком". — Радио, 2005, № 12, с. 44.

2. **Иванов А.** Генератор прямоугольных импульсов инфранизкой частоты на КР512ПС10. — Радио, 1991, № 12, с. 32, 33.

3. **Александров И.** Звонковая кнопка управляет освещением. — Радио, 1990, № 4, с. 82.

4. **Александров И.** Звонковая кнопка управляет освещением: наша консультация. — Радио, 1991, № 1, с. 76, 77.

5. **Александров И.** Стабилизатор напряжения. — Радио, 1988, № 2, с. 61.

6. **Нечаев И.** Экономичный стабилизатор напряжения. — Радио, 1984, № 12, с. 53.

7. MTD3055EL. — URL: **https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/5451/MOTOROLA/MTD3055EL.html** (04.12.21).

8. **Шульгин Г.** Унифицированные трансформаторы. — Радио, 1982, № 1, с. 59, 60.

***От редакции**. Для защиты транзистора VT2 и стабилитрона VD2 от возможной перегрузки по току и выходу из строя последовательно со стабилитроном следует включить токоограничивающий резистор сопротивлением 100 Ом. Он незначительно уменьшит коэффициент стабилизации стабилизатора.*

*Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/avtomat.zip** на нашем FTP-сервере.*

Самообучающийся адаптер для автосигнализации StarLine A93

Ю. БУЛЫЧЕВ, г. Омск

Описанный в [1] адаптер для автосигнализации StarLine A93 требует предварительного измерения уровня и частоты сигнала с таходатчика, что не всегда возможно, учитывая, что не всегда доступен необходимый для осциллографа. В связи с этим в данной статье и предлагается самообучающийся адаптер, схема которого приведена на **рис. 1**.

Адаптер построен на микроконтроллере (МК) DD1 [2], входном DA2.1 и выходном DA2.2. Напряжение питания МК стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения DA1. Адаптер имеет два режима работы — основной рабочий режим и режим самообучения. Вход в режим самообучения осуществляется нажатием на кнопку SB1, обеспечивающим прерывание INT0, после чего прерывания INTP0 и PCINT запрещаются, и включается индикаторный светодиод красного свечения. Обработчик прерывания INTP0 выдаёт разрешение на переход в режим самообучения, который, в свою очередь, разбит на два этапа.

На первом этапе на выходе МК OC0A устанавливаются импульсы с ШИМ с заполнением 100 %, в результате чего на неинвертирующем входе компаратора DA2.1 будет напряжение около 5 В. МК отслеживает наличие импульсов на линии порта PB2 и в случае их отсутствия ступенчато уменьшает коэффициент заполнения импульсов, уменьшая тем самым напряжение на инвертирующем входе компаратора DA2.1. Это происходит до тех пор, пока не обнаружится первый импульс на линии порта PB2, после чего из значения скважности вычитается 25 % его значения. Это необходимо не только для желательного приближения коэффициента заполнения выходного сигнала компаратора

DA2.1 к 50 %, но и исходя из того что амплитуда сигнала индуктивного датчика снижается с уменьшением частоты, а амплитуда выходного сигнала датчика Холла падает из-за снижения бортового напряжения во время вращения стартера. Получившееся в итоге значение коэффициента заполнения записывается в EEPROM МК.

На втором этапе выдаётся разрешение прерывания PCINT по линии порта PB2, и программа ожидает сигнала низкого уровня на этом входе, а после его получения ждёт разрешения от прерывания PCINT как признака фронта импульса. С этого момента включается внутренний цикл с инкрементом счётчика, который продолжается вплоть до появления высокого уровня входного сигнала, после чего опять включается внутренний цикл с инкрементом счётчика вплоть до поступления на линию порта PB2 сигнала низкого уровня. По окончании вышеуказанной пары циклов в счётчике окажется величина измеренного периода в относительных единицах, так как введение в циклы задержки в 10 мкс преследует цель предотвращения переполнения 16-разрядного счётчика выбранной переменной. Полученное значение периода сравнивается с рядом пороговых констант в таких же единицах с целью определения коэффициента пересчёта в том случае, если частота входных импульсов окажется недопустимо выше требуемых. После выбора программой коэффициента делителя частоты он записывается в EEPROM МК, и даётся разрешение на все прерывания, и программа возвращается в основной рабочий режим.

В этом рабочем режиме в цикле всего три команды: опрос разрешения на вход в режим самообучения; считывание значения коэффициента заполнения ШИМ из EEPROM и включение индикаторного светодиода зелёного свечения. Деление же входного сигнала обеспечивается обработчиком прерывания PCINT по входу PB2. Иными словами, обработчик прерывания PCINT работает в режиме счётчика-делителя независимо от выбора режима, при этом определённый ранее в режиме самообучения коэффициент деления считывается из EEPROM МК.

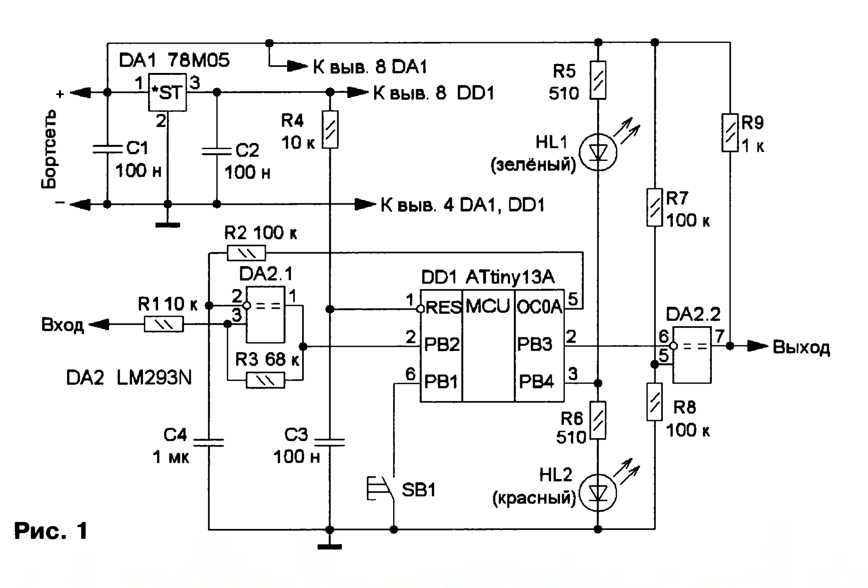


Рис. 1

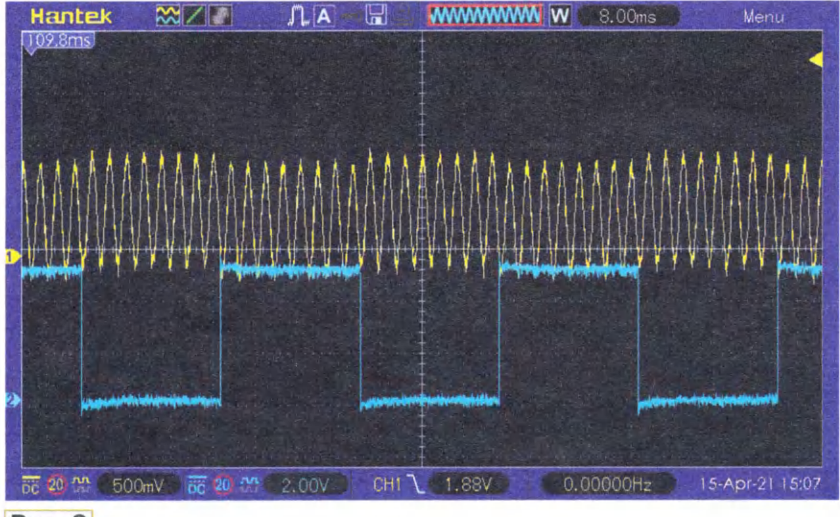


Рис. 2

Программа МК адаптера была написана в IDE Atmel Studio 7.0, ныне Microchip Studio. Принципиальная схема отрабатывалась в программе Proteus 8.10 с конечным тестированием в "железе".

На **рис. 2** приведена осциллограмма, где жёлтым цветом показан сигнал с индуктивного таходатчика ТНВД BOCSH VE частотой около 300 Гц, а синим — сигнал на выходе адаптера в рабочем основном режиме с параметрами, определёнными в режиме самообучения.

При изготовлении адаптера следует обращать особое внимание на разводку входных цепей компаратора DA2.1, так как любого рода помехи в этих цепях могут исказить правильность измерения коэффициента пересчёта счётчика-делителя. Не будет лишним также и введение дополнительного ФНЧ на входе компаратора. Можно применить резисторы МЛТ, С2-23, конденсаторы — К10-17а, К73, светодиоды могут быть любые маломощные соответствующего свечения.

Налаживание адаптера на автомобиле проводят следующим образом. Так как величина оборотов холостого хода (XX) двигателя внутреннего сгорания жёстко не зафиксирована, следует после запуска двигателя выставить и удерживать педалью около 1000 оборотов в минуту. Особая точность удержания оборотов при этом не требуется, тем не менее желательно во время самообучения адаптера мощные потребители отключить, например, выключить климат-контроль. После установки 1000 оборотов в минуту следует кратковременно нажать на кнопку SB1 и убедиться, что светодиод зелёного свечения погас, а красного — загорелся хотя бы на очень короткое время. Продолжительность процесса самообучения сильно зависит от уровня и формы входного сигнала, при его изначально полном соответствии норме время самообучения короткое, при слабом сигнале с таходатчика и его высокой частоте самообучение может занимать несколько секунд. Факт того, что светодиод красного свечения погас, а зелёного загорелся, свидетельствует об успешном прохождении адаптером самообучения. Если этого не происходит слишком долго, скорее всего, на линии с таходатчика обрыв.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Булычев Ю.** Адаптер тахометра для системы охранной сигнализации StarLine A93. — Радио, 2021, № 6, с. 33, 34.

2. ATtiny13A. — URL: **https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATtiny13A-Data-Sheet-DS40002307A.pdf** (27.05.21).

От редакции. *Файл для программирования микроконтроллера находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/taho.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БУЛЫЧЕВ Ю. Малогабаритная электронная нагрузка мощностью до 480 Вт. — Радио, 2021, № 5, с. 31—33.

Печатная плата.

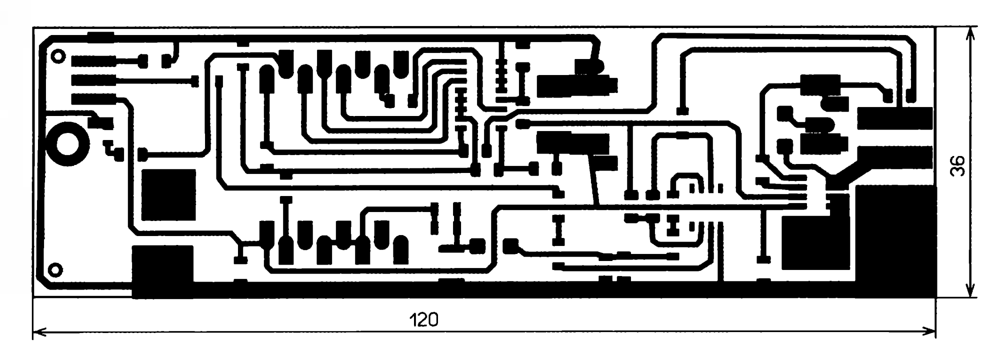
Большинство элементов устройства размещено на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы показан на **рисунке**. Применены все элементы для поверхностного монтажа. Неполярные конденсаторы — керамические типоразмера 1206, полярный конденсатор С4 — танталовый типоразмера Е, резисторы — типоразмера 1206, катушка индуктивности — CM453232-220KL типоразмера 1812.

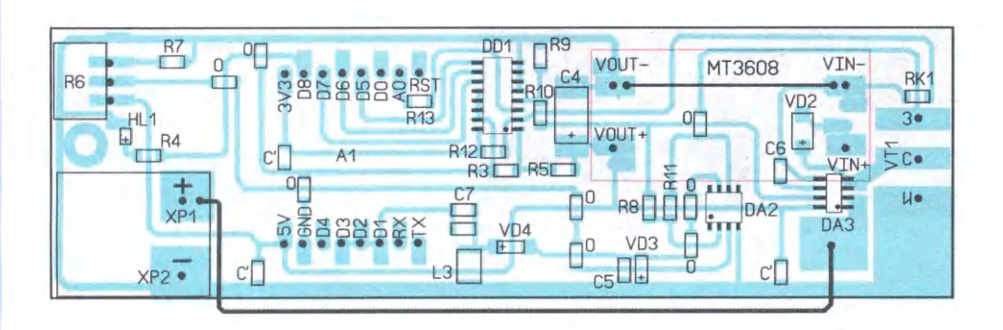
Перемычки с нулевым сопротивлением для поверхностного монтажа обозначены на рис. 1 как 0.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

На схеме (рис. 3 в статье) второй сверху с левой стороны вывод модуля А1 (D2) должен быть обозначен как D5, вывод D5 должен быть обозначен как D6, вывод EN микросхемы DD1 должен иметь номер 6.

От редакции. *Чертежи печатной платы со схемой размещения элементов в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/nagruzka2.zip** на нашем FTP-сервере.*





Элементы DA1, R1, R2, C1—C3, L1, L2 и VD1 размещены на доработанной плате модуля MT3608, который подключён к плате устройства своими контактами VIN+ — к катоду диода VD2, VIN− — к общему проводу, VOUT+ — к + конденсатора С4, VOUT− — к общему проводу.

Для конденсатора С7 предусмотрены два посадочных места, чтобы можно было подобрать требуемую ёмкость.

Предусмотрены дополнительные посадочные места для блокировочных керамических конденсаторов ёмкостью 100 нФ, которые обозначены на плате как С'.

СВЕЧИХИН С. Ускорение вывода информации на TFE-дисплей у контроллеров ATmega. — Радио, 2021, № 7, с. 34, 35.

Ошибка на схеме.

У микроконтроллера DD1 неправильно указаны номера выводов XTIN и XTOUT. Должны быть XTIN — вывод 19 и XTOUT — вывод 18.

СВЕЧИХИН С. Простой барограф-3. — Радио, 2021, № 9, с. 22—24.

На рис. 1 вывод BLK дисплея HG1 не должен быть подключён к общему проводу.

ШИЯНОВ Н. Измерительный микрофон ИМ-07. — Радио, 2021, № 8, с. 12—15.

Уточнение.

Рассчитать частоту резонатора Гельмгольца можно по формуле

$$F_p = \frac{340}{2\pi}\sqrt{\frac{S}{VL}},$$

где L — длина трубки резонатора.

На с. 15 в левой колонке под рис. 10 взамен "графики упрощаются" следует читать "графики уплощаются".

ГЛИБИН С. Доработка магнитофона-приставки "Маяк-231 стерео". — Радио, 2021, № 8, с. 19—25.

Замена микросхемы.

В статье приведена рекомендация по замене микросхем серии К155 на микросхемы серии КР1533 (кроме микросхемы D6 К155ТМ2) на плате автоматики А11. Недавно была приобретена и установлена в приставку микросхема К555ТМ2, имеющая ток потребления, в пять раз меньший, чем у К155ТМ2.

При этом понадобилась лишь минимальная доработка, без которой включение режима воспроизведения ▲ непосредственно из режима перемотки вперёд >> приводило к досадному переключению магнитофона в режим записи ▼. Этот дефект объясняется повышенным сопротивлением входов серии К555 без наличия на них подтягивающих к линии питания +5 В резисторов. Напряжения на таких входах находятся в зоне пороговых и под влиянием наводок и помех (в том числе в самой микросхеме) из-за разводки печатных проводников могут принимать значения как уровня лог. 0, так и лог. 1. Вход D (вывод 2) триггера D6.2 подтягивающего к +5 В резистора не имеет, что приводит к появлению лог. 0 на входе и переключению триггера при поступлении положительного перепада на счётный вход С (вывод 3). Установка дополнительного резистора сопротивлением 2,7...10 кОм, подключённого к выводу 2 триггера D6.2 и линии питания +5 В, устранила указанный дефект переключения в режим записи ▼. Резистор типоразмера 0805 для поверхностного монтажа был установлен на стороне печатных проводников.

ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ
РАДИО®
E-mail: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2022

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
о связи

Юбилейные и "круглые" даты в истории нашего хобби (2022 год)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

100 лет назад

1922 год

В сентябре в подмосковной Лосиноостровской показательной средней школе 2-й ступени (бывшая французская гимназия) учитель физики Евгений Николаевич Горячкин (1895—1961) организовал первый в стране радиокружок. Впоследствии он стал членом-корреспондентом Академии педагогических наук СССР.

Примечание. Эту школу в 1923 г. закончила посещавшая радиокружок Зинаида Васильевна Ершова (1904—1995) — одна из будущих главных участников советского атомного проекта, доктор наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники СССР.

В октябре аналогичный радиокружок был создан в подмосковной детской колонии "Искра". В 1924 г., собрав приёмник и изучив телеграф, члены кружка сначала приняли сигналы SOS с корабля, терпевшего бедствие в Балтийском море, а позже — первую опытную передачу радиостанции имени "Коминтерна".

4 ноября в Петрограде, по инициативе учёных-профессоров Иманта Георгиевича Фреймана (1890—1929) и Алексея Алексеевича Петровского (1873—1942), был создан радиолюбительский кружок при "Обществе мироведения".

95 лет назад

1927 год

Журнал "Радио Всем" в № 2 опубликовал выборочный список (от RA03 до RA63) восемнадцати коллективных научно-исследовательских радиостанций (решение НКПиТ от 25.10.1926 г.), а в № 3 был опубликован дополнительный список владельцев индивидуальных любительских радиостанций (по состоянию на 1 января 1927 г.). К ранее выданным четырём позывным добавились ещё семь (05RA—11RA).

В апреле при ОДР была создана Центральная секция коротких волн (ЦСКВ), и её первым председателем был избран Иван Палкин (15RA) (подробнее об И. П. Палкине см. в [1]).

23 мая в Политехническом музее открылась Московская межсоюзная губернская радиовыставка, на которой было представлено свыше 300 экспонатов, изготовленных радиолюбителями тринадцати профсоюзных организаций.

20 июля в Москве на Никольской улице, д. 5 открылся Центральный дом ОДР, в котором имелись библиотека, лаборатория, лекторий и помещение для музея.

В августе в Харькове была создана секция коротких волн (ХСКВ).

Выходит книга Леонтия Кубаркина (19RA) "Одноламповый генератор", которая выдержала пять изданий (подробнее о Л. В. Кубаркине см. в [2]).

Проводятся местные радиовыставки в Витебске, Вязьме и Ленинграде.

В сентябре—октябре 1927 г. был проведён первый Всесоюзный тест (своего рода соревнования) по определению наивыгоднейших длин радиоволн для проведения дальних связей, в которых приняли участие коротковолновики Ленинграда, Москвы, Нижнего Новгорода, Омска и Томска. В его рамках 1—3 октября состоялись первые соревнования коротковолновиков по связи с отдалёнными районами СССР. Первое место поделили Виктор Гуменников (35RA, ex asOVG, позже — au1AC) и Николай Купревич (11RA, позже — au1AA). Второе место занял Дмитрий Липманов (20RA), а третье — Иван Палкин (15RA, позже — U3KB).

Примечание. Виктор Гуменников (35RA) (подробнее см. в [3]); Николай Купревич (11RA) (подробнее см. в [4]); Дмитрий Липманов (20RA) (подробнее см. в [5]); Иван Палкин (15RA) (подробнее см. в [1]).

В декабре 1927 г. был проведён второй Всесоюзный тест, в котором приняли участие как операторы индивидуальных радиостанций, так и коротковолновики-наблюдатели из Владивостока, Вологды, Иваново-Вознесенска, Киева, Ленинграда, Москвы, Нижнего Новгорода, Омска, Павлово-Посада, Ростова-на-Дону, Саратова, Свердловска, Ташкента, Томска, Ульяновска и Харькова. Первую премию снова получили омичи — 35RA и 11RA.

В Туле был создан первый в стране радиоклуб.

90 лет назад

1932 год

28 июля Эрнст Теодорович Кренкель (eu2EQ) отплывает радистом ледокольного парохода "Александр Сибиряков" (старшим радистом был Евгений Николаевич Гиршевич — бывший радист ледокола "Георгий Седов", доставивший в 1929 г. на архипелаг Земля Франца-Иосифа "семёрку смелых"), который впервые проходит Великий Северный морской путь (от Архангельска до Владивостока) за один навигационный период. Во время этой экспедиции были открыты острова Известий ЦИК (ныне для IOTA — AS-086). На протяжении всего плавания Е. Н. Гиршевич и Э. Т. Кренкель поддерживали регулярную радиосвязь с десятью полярными станциями, расположенными на побережье и островах западного сектора Северного Ледовитого океана. С двумя же другими, расположенными в восточном секторе (от мыса Челюскин и до Берингова пролива), связи не было: на станции мыса Шалаурова (о. Большой Ляховский) (ныне для IOTA — AS-029) радист относился к работе крайне безалаберно — кроме своих трафиков, эфира не прослушивал, а радиостанция полярной станции на о. Врангеля (ныне для IOTA — AS-027) бездействовала из-за отсутствия на ней радиста. Правда, более или менее с ними нормально работала небольшая радиостанция посёлка Уэлен, расположенная в помещении райисполкома, оператором которой была Людмила Шрадер, на её плечи через два года ляжет основная нагрузка по радиосвязи (во время эпопеи по снятию со льдины челюскинцев). Во время рейса "Александр Сибиряков" подходит к о. Домашнему. Там уже находился "Русанов" (радист — В. Ворожцов), который прибыл для снятия Североземельской экспедиции Г. А. Ушакова и её замены новым составом полярников. Вместо В. Ходова (eu3CF) радистом становится Г. Иовлев.

15—16 сентября проходили военные учения знаменитой Чапаевской дивизии. СКВ Киева выделило одну радиостанцию (операторы — четыре коротковолновика), а СКВ Полтавы и Харькова — четыре радиостанции (операторы — десять полтавских коротковолновиков и три харьковчанина). Одна из полтавских радиостанций стала базовой и развернулась в лагере. Остальные отъехали от базы на 7—8 км и расположились на расстоянии 1—2 км одна от другой. На второй день "передвижки" отъехали от базы ещё на 3—4 км. Радиосвязь была уверенной. Для эксперимента одна из радиостанций ночью была передвинута на аэродром (расстояние стало до 70 км), и для трафика была назначена новая частота (длина волны — 50 м), но связь установить не удалось... По результатам учений командующим дивизии были поощрены харьковчане Игорь Ворона (eu5GB; позже — U5AS) и Борис Амнуэль (eu5GC; позже — U5AI).

85 лет назад

1937 год

С 1 января Комитет коротковолновиков при ЦС ОСОАВИАХИМ СССР был преобразован в Совет СКВ в составе 25 человек. По сохранившимся данным в его состав вошли коротковолновики: ленинградцы — U1BP и U1CK; москвичи — U3AC, U3AG и U3AI, представители украинских СКВ — U5AV и U5KB.

В мае был проведён первый тест на диапазоне 10 м.

21 мая с первой дрейфующей станции "Северный полюс" ("СП") начала работать радиостанция с позывным сигналом UPOL, и уже 24 июня она появилась и на любительских диапазонах. Работа велась на аппаратуре "Дрейф", которая была изготовлена в Опытной радиолаборатории (ОРЛ) при Ленинградском НКВД и доставлена Н. Стромиловым (U1CR) сначала на о. Рудольфа, а затем и на "СП" (подробнее см. в [6]).

Начался так называемый "Большой террор", который на несколько лет ввергнул страну в массовые репрессии её граждан. Основными его жертвами в 1937 г. стали городские жители — технические работники и интеллигенция, военнослужащие... Не минула сия печальная участь и коротковолновиков. Приведу в алфавитном порядке перечень фамилий, который удалось установить, что называется, по "крупицам":

— Аболин Карл Петрович (1898—1938), U3VM; ранее — RK-10, 10RA, eu2AF. 05.12.1937 г. был арестован в г. Горьком, осуждён по Ст. 58-8, 58-10, 58-11 УК РСФСР и 01.02.1938 г. был расстрелян (подробнее см. в [7]);

— Бобров Лев Николаевич (1908—1938), U3VH; ранее — eu2QM. Работал старшим радиотехником на Горьковском заводе № 197. 27.09.1937 г. был арестован, осуждён по Ст. 58-6, 58-8, 58-11 УК РСФСР и 30.01.1938 г. был расстрелян;

— Бриман Симон Абрамович (1906—1937), U1AE; ранее — 25RB/RK-138, eu3AZ; в 1928 г. участник 1-й Всесоюзной конференции коротковолновиков и советско-германской экспедиции на Памир. 26.09.1937 г. был арестован в Ленинграде, осуждён и 06.11.1937 г. был расстрелян;

— Водолажченко Трофим Тихонович (1886—1938), U5AB. Инженер-педагог Харьковского трамвайного треста. 6 августа 1937 г. был арестован. 20 ноября 1937 г. был обвинён по Ст. 54-2, 54-7, 54-8, 54-11 УК РСФСР и приговорён к десяти годам. Умер в местах заключения;

— Войтович Александр Ефремович (1899—1938), U1AQ, ранее — eu3FU; в 1934 г. — радист ледокола "Красин". Первый раз был арестован в 1931 г. по подозрению в шпионаже, вновь был арестован 28 февраля 1938 г. 19 октября 1938 г. по Ст. 58-6 был приговорён к высшей мере наказания и 28 октября 1938 г. был расстрелян;

— Гиляров Павел Александрович (1897—1938), ранее — 08RA, eu3AB. Начальник лаборатории "Остехбюро", инженер-исследователь завода "Буревестник". 22.09.1937 г. был арестован в Ленинграде, осуждён по Ст. 58-7, 58-8, 58-11 УК РСФСР и 23.02.1938 г. был расстрелян (подробнее см. в [8]);

— Кожевников Александр Николаевич (1907—1938), ранее — R1AK, оператор коллективной радиостанции R1NN; позже — RK-13, 23RA, eu2AO; радист ледокола "Малыгин", участвовавшего в экспедиции по спасению экипажа дирижабля "Италия" в 1928 г. Был арестован в г. Горьком, осуждён по Ст. 58-6, 58-9 УК РСФСР и 01.02.1938 г. был расстрелян (подробнее см. в [9]);

— Лбов Фёдор Алексеевич (1895—1976), ранее — eu2AA, 01RA, R1FL; инспектор конторы "Оборонпром", главный инженер радиоотдела Управления связи. 08.03.1938 г. был арестован в г. Горьком и 12.09.1938 г. по Ст. 58-7, 58-8 УК РСФСР приговорён к полутора годам лишения свободы. 25.9.1939 г. "Дело" было прекращено по окончании срока заключения и с учётом ареста (подробнее см. в [10]);

— Палкин Иван Петрович: ранее — RK-20, 15RA, eu2AI; занимал высокую должность в УГРО Москвы; первый председатель ЦСКВ; в 1928 г. — участник 1-й Всесоюзной конференции коротковолновиков. 25.07.1937 г. был арестован в г. Москве по так называемому "Сталинскому списку" (кат. 1) и осуждён по статье "Шпионаж", но сумел в лагерях выжить (подробнее см. в [11]);

— Хургес Лев Лазаревич (1910—1988), ранее — RK-2793, eu2LU; "испанец" — был награждён орденом Красной звезды. В 1937 г. был арестован в г. Москве и осуждён на девять лет лишения свободы. После освобождения в 1948 г. из ГУЛАГА проживал в г. Грозном. Автор книги воспоминаний "Москва — Испания — Колыма: Из жизни радиста и зэка" — посмертное издание в 2011 г. (подробнее см. в [12]);

— Чмиль Феодосий Андроникович (eu2BZ), 1928 г. — участник 1-й Всесоюзной конференции коротковолновиков, фотограф газеты "Коммуна". Был арестован в г. Калуге, 11.05.1938 г. был осуждён по Ст. 58-6 УК РСФСР и приговорён к десяти годам лишения свободы. 02.10.1945 г. умер в местах заключения;

— Экштейн Иван Георгиевич (1896—1938), ранее — RK-40, 43RA, eu3AG; старший радист ледокола "Красин", в 1928 г. участвовал в экспедиции по спасению экипажа дирижабля "Италия". В конце 1937 г. был арестован, осуждён по Ст. 58-6, 58-10 УК РСФСР за шпионаж в пользу Италии и 18.01.1938 г. был расстрелян (подробнее см. в [13]).

Помимо вышеперечисленных коротковолновиков, репрессиям были подвергнуты и некоторые работники радиолюбительских журналов тех лет:

— в 1936 г. были подвергнуты репрессиям несколько сотрудников ре-

дакции украинского журнала "Радіо" (орган Всеукраинского комитета радиофикации и радиовещания при Совнаркоме УССР и Комитета содействия радиолюбительству при ЦК ЛКСМУ), а по воспоминаниям родственников, его ответственный редактор Омелян Балицкий был расстрелян. И как следствие, в 1936—1937 гг. журнал не издавался;

— летом 1937 г. за периодическую пропаганду работы вещательных радиостанций Германии и Италии был репрессирован ответственный редактор журнала "Радиофронт" Сергей Павлович Чумаков (подробнее см. в [14]).

Следует отметить, что репрессии тех лет начались под руководством Народного министра внутренних дел СССР Н. Ежова (1895—1940), который возглавлял НКВД в 1936—1938 гг. Эти годы сохранились в народной памяти как период "ежовых рукавиц". 10.04.1939 г. генеральный комиссар НКВД был арестован, осуждён и 06.01.1940 г. расстрелян (в 1988 г. Военная коллегия Верховного суда СССР отказала в его реабилитации).

Вышел из печати "Расчётный справочник по радиотехнике" (второе издание, переработанное и дополненное, Госиздательство по технике связи — Москва, 1937, 550 с.). Его составителем был москвич Георгий Григорьевич Гинкин (до сентября 1928 г. — 18RA; 1928—1934 гг. — eu2AK), а автором нескольких глав ("Расчёт маломощного передатчика" и "Расчёт антенных устройств") — ленинградец Иван Петрович Жеребцов (1928—1934 гг. — eu3ES; 1934—1941 гг. — U1BA; награждён значком "Почётный радист" — 07.05.1947 г.; в 80-х годах был преподавателем в ВВМУРЭ им. А. С. Попова).

6 октября редакцией журнала "Радиофронт" была организована первая Всесоюзная коротковолновая эстафета. За 25 часов эстафета прошла около 30 тыс. км (включая Северный полюс).

Была проведена 3-я Всесоюзная заочная радиовыставка, на которой было представлено 12 экспонатов аппаратуры на УКВ (из 43 по совместному разделу "КВ и УКВ"). Дипломами жюри была отмечена УКВ-аппаратура В. Перелыгина (Орёл), В. Комарова (Воронеж) и А. Косенко (Славянск Сталинской обл.). Второй премией был снова отмечен экспонат Б. Хитрова (U9AC) — шестидиапазонный супергетеродинный приёмник (включая диапазон "6—10 м").

Примечание. Возможно, это совпадение, но в Первых Всесоюзных соревнованиях по "Охоте на лис" (проводились около Москвы в 1958 г.) из Славянска в них принимал участие А. Косенко (RB5AVJ).

75 лет назад

1947 год

В феврале были проведены вторые Всесоюзные соревнования коротковолновиков ОСОАВИАХИМ (двенадцатичасовые). Победителями стали: в группе "У" — москвич Юрий Прозоровский (UA3AW) — 75 QSO's; в группе "УОП" — команда МИИС (UA3KAH) — 53 QSO's; в группе "УРС" — М. Молокоедов (г. Дзауджикау) — 286 SWL's.

В мае были проведены третьи Всесоюзные соревнования коротковолновиков ОСОАВИАХИМ (двенадцатичасовые). Победителями стали: в группе "У" — львовянин Владимир Ярославцев (UB5AC; в 50-х годах выехал в Москву) — 122 QSO's; в группе "УОП" — команда МИИС (UA3KAH) — 101 QSO's; в группе "УРС" — Евгений Филиппов из г. Полярный (URSA-1-68; позже — UA1-68; перед войной — U1DH) — 492 SWL's.

В ознаменование Дня радио был проведён Всесоюзный конкурс радистов-операторов, в котором приняли участие 2650 человек из 85 городов (540 команд, включая "скоростников" УССР из Киева, Львова, Одессы и Харькова).

10 мая в помещении ЦРК СССР (был создан в сентябре 1946 г.) открылась первая послевоенная выставка лучших экспонатов 6-й Всесоюзной заочной радиовыставки (ВЗР проводилась в 1946 г.), на которой демонстрировались 120 экспонатов.

Издательством "Радио и связь" начат периодический выпуск брошюр серии "Массовой радиобиблиотеки" (МРБ) — "В помощь радиолюбителю", в которой начали публиковаться материалы по КВ и УКВ технике и антеннам.

1 октября были проведены четвёртые Всесоюзные соревнования коротковолновиков ОСОАВИАХИМ (двадцатичетырёхчасовые). Победителями стали: в группе "У" (I кат.) — Александр Камалягин (UH8AF, до войны в Ленинграде — eu2EB, затем — U1AP, позже в Куйбышеве — UA4IF) — 153 QSO's; в группе "У" (II кат.) — минчанин Тимофей Короленко (UC2AD; до войны — U2BT) — 110 QSO's; в группе "У" (III кат.) — москвич В. Ляпин (UA3BD; позже, в Калининграде — UA2AW) — 108 QSO's; в группе "УОП" — команда Киевской СЮТ (UB5KBD) — 142 QSO's; в группе "УРС" — Евгений Филиппов (URSA-1-68) — 263 SWL's. Были присвоены впервые учреждённые звания: А. Камалягину (UH8AF) — "Чемпион ОСОАВИАХИМ СССР 1947 г. по радиосвязи", а Е. Филиппову (URSA-1-68) — "Чемпион ОСОАВИАХИМ СССР 1947 г. по радиоприёму".

Примечание. Аналогичные звания стали ежегодно присваиваться (в соревнованиях, длительность которых была 12 и более часов): абсолютному победителю среди операторов индивидуальных радиостанций (всех категорий), победителю среди коротковолновиков-наблюдателей и операторам команды-победителю (группа "коллективные радиостанции").

Выходит из печати (в "карманном" формате) первое послевоенное издание для коротковолновиков, в котором приводится "Список активных любительских индивидуальных радиостанций". Его составителем был Вадим Востряков (UA3AM) (подробнее см. в [15]).

70 лет назад

1952 год

8 марта были проведены шестые Всесоюзные соревнования коротковолновиков ДОСААФ (двадцатичетырёхчасовые). Победителями стали: в группе "коллективные радиостанции" — любительская радиостанция Ворошиловградского радиоклуба UB5KAF, выступавшая в составе Виталия Палоша (UB5-4805, позже — UB5AE), Эрнеста Гуткина (UB5-4817, позже — UB5CE, UT1MA) — 340 QSO's; в группе "У" (I кат.) — саратовец Юрий Чернов (UA4CB) — 317 QSO's; в группе "У" (II кат.) — Леонид Лабутин (UA3CR) — 303 QSO's; в группе "У" (III кат.) — киевлянин Владимир Павленко (UB5BY) — 201 QSO's; в группе "коротковолновики-наблюдатели" — харьковчанин Владимир Шейко (UB5-5807, позже UB5CI, UX5CI, UU9CI) — 768 SWL's.

В апреле ЦК ДОСААФ были введены разрядные нормы и требования "Единой спортивно-технической классификации радиоспортсменов ДОСААФ СССР" — ЕСТКР (от третьего разряда до мастера радиолюбительского спорта). Первыми мастерами радиолюбительского спорта среди коротковолновиков стали Константин Шульгин (UA3DA, до войны — U3BA, позже — U3DA), Леонид Лабутин (UA3CR), Владимир Шейко (UB5-5807), Михаил Бичуч (UB5-5223, позже — UB5EN), Виталий Палош (UB5-4805, позже — UB5AE), Эрнест Гуткин (UB5-4817, позже — UB5CE, UT1MA), Юрий Прозоровский (UA3AW, до войны — eu2QG, U3BB), Юрий Чернов (UA4CB) и Игорь Чудаков (UA6UF, позже — U6UF).

Примечание. ЕСТКР просуществовала до конца 1961 г. и имела следующие нормативы по радиосвязи на КВ: провести за три часа QSO's с 16-ю республиками или (за 15 суток) QSO's/SWL's со 100 областями СССР и в классе принять и передать радиограммы со скоростью 120 зн./мин.

Вышла из печати книга ленинградца Ивана Петровича Жеребцова (перед войной — eu3ES, U1BA) "Первая книга по УКВ". — М.: ДОСААФ, 1952, 118 с.

65 лет назад

1957 год

В январе были проведены первые Всесоюзные соревнования юных ультракоротковолновиков на приз журнала "Радио" (подробнее в [16]).

В апреле в Киеве (впервые вне Москвы) были проведены десятые Всесо-

юзные соревнования радистов ДОСААФ. Команда сборной УССР (Н. Емшанов, В. Сомов и Г. Астрабахин) занимает первое место в командном первенстве — 13159 очков, а команда Киева (Н. Тартаковский, Н. Слепнева и В. Соколовский) — второе, опередив команды Москвы (13026 очков) и РСФСР (12733 очка). Украинскими "скоростниками" были установлены и несколько рекордов ДОСААФ:

— по передаче буквенной радиограммы на автоматическом ключе (188,4 зн./мин) — винничанин Николай Николаевич Емшанов, которому было присвоено звание МРС ДОСААФ СССР (с 1958 г. в Виннице, а с середины 70-х гг. в Херсоне — UB5ND; позже — U5ND);

— по передаче буквенной радиограммы на нормальном ключе (175,4 зн./мин) — МРС ДОСААФ СССР, старшина-сверхсрочник полка связи ОдВО одессит Полуэкт Арсентьевич Васильев (позже — установил рекорд ДОСААФ по передаче цифровой радиограммы — 104 зн./мин; с 1959 г. — UB5FL);

— по приёму цифровой радиограммы на пишущую машинку (420 зн./мин) — Н. Тартаковский.

Летом около Киева (в районе с. Бортнычи) были проведены первые в СССР соревнования по "Охоте на лис" (ныне — Спортивная радиопеленгация). В них приняли участие "охотники на лис" из Киева, Львова, Николаева, Симферополя и Харькова, а также из двух городов Сталинской обл. (ныне — Донецкая обл.) — Краматорска и Славянска. Поиск вёлся на двух диапазонах — "38 МГц" и "144 МГц". На трассе протяжённостью 6 км необходимо было обнаружить по две "лисы". На диапазоне "144 МГц" на это понадобилось 43 мин Юрию Межевичу (RB5AVK, позже — RB5IAG) из Краматорска. Всего 4 мин ему проиграл его одноклубник Святослав Костенко (RB5AWC, позже — UB5IX, UR5IX). Третьим был представитель их же команды Анатолий Косенко (RB5AVJ). Диапазон "38 МГц" выиграл киевлянин Олег Степович (RB5ACC) (подробнее в [17]).

4—5 мая ЦРК СССР провёл первые Международные соревнования по радиосвязи на КВ, которые позже получили название "Миру-Мир" (CQ-MIR). В них приняли участие свыше 2000 коротковолновиков из 85 стран и территорий мира.

Вышли из печати книги: Н. В. Казанский (UA3AF) "Схемы УКВ аппаратуры"; Л. И. Куприянович "Карманная радиостанция"; Б. А. Левандовский (RA3AAS) "Переносная УКВ радиостанция".

В ночь с 4-го на 5-е октября был выведен на орбиту первый в мире искусственный спутник Земли (ИСЗ). По просьбе Академии наук (АН) СССР наши радиолюбители организовали (в течение почти месяца — до 3 ноября) массовые наблюдения за фиксацией его сигналов. На спутнике были установлены два передатчика: один — на частоту 20,005 МГц, а другой — на 40,002 МГц (соответственно 15 м и 7,5 м). Сигнал задатчика телеграфных посылок подавался поочерёдно (в паузах) на каждый передатчик и состоял из серии "точек" ("бип-бип-бип..."). Правда, по воспоминаниям некоторых участников наблюдений за полётом спутника (В. Гончарского, тогда — UB5WF и Н. Кашина, тогда — UB5EF), примерно в середине полёта спутника что-то случилось с коммутатором задатчика, и сигнал ИСЗ превратился в сплошное "нажатие". В адрес "Москва — Спутник" (таков был почтовый адрес специального Комитета при АН СССР, созданного в рамках МГГ — Комитет СССР по МГГ) поступили многие тысячи донесений (записи радиосигналов на магнитную ленту, измерения напряжённости поля, регистрация времени слышимости и характера радиосигналов) из более чем трёхсот населённых пунктов (радиоклубы ДОСААФ и индивидуальные радиостанции), расположенных в самых различных районах СССР. Наблюдали за работой спутника и в Антарктиде (станция "Мирный" — UA1KAE), и на Северном полюсе (станция "СП-6"). Первым сообщением о приёме радиосигналов ИСЗ на радиостанцию ЦРК СССР (UA3KAA) поступило утром 5 октября от хабаровчанина А. Горковенко (UA0CD), который их фиксировал с 00.20 до 00.28 (MSK). Следующим было донесение от магаданца В. Штыхно (UA0IA; позже в г. Клин — U3DI).

60 лет назад

1962 год

Первым чемпионом СССР (в личном первенстве среди мужчин-"ручников") становится киевлянин Иван Иванович Андриенко.

55 лет назад

1967 год

В рамках летней Спартакиады народов СССР были проведены финальные соревнования IV Спартакиады ДОСААФ, в которой приняли участие спортсмены 17 военно-технических видов спорта (включая радиоспорт).

На XXII Всесоюзной радиовыставке впервые был продемонстрирован трансивер Сергея Бунимовича (UB5UN; позже — Сергей Бунин / UR5UN, доктор технических наук, профессор), впервые выполненный с использованием печатного монтажа (подробнее о С. Г. Бунине в [18]).

50 лет назад

1972 год

ЦК ДОСААФ утвердил (взамен ЕКРК 1961 г.) "Положение о Единой Всесоюзной технической классификации радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ СССР" (ЕВТК). Стало присваиваться звание "Мастер-радиоконструктор ДОСААФ СССР" за занятое первое место по одному из разделов (на первых порах только на Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов). На республиканских и других выставках — "Радиолюбитель-конструктор ДОСААФ СССР" (3-го, 2-го и 1-го разрядов) и "Юный радиолюбитель-конструктор ДОСААФ СССР" (ЮР).

45 лет назад

1977 год

Вышла из печати книга В. М. Родионова "Линии передачи и антенны УКВ".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** Первый председатель ЦСКВ ОДР (1927—1928 гг.). — Радио, 2020, № 10, с. 51—53.
2. **Члиянц Г.** Леонтий Владимирович Кубаркин (19RA) — коротковолновик-конструктор. — Радио, 2020, № 8, с. 53.
3. **Члиянц Г.** "Нелегальный" позывной — as0VG (1927 г.). — Радио, 2021, № 5, с. 49—50.
4. **Члиянц Г.** Николай Фёдорович Купревич (11RA) — один из первых коротковолновиков Сибири. — Радио, 2021, № 10, с. 56.
5. **Члиянц Г.** Дмитрий Липманов (20RA) — контестмен 20-х годов и "интернационалист". — Радио, 2020, № 11, с. 53, 54.
6. **Члиянц Г.** Его позывной — RAEM. — Львов: СПОЛОМ, 2003, 36 с.
7. **Члиянц Г.** Карл Петрович Аболин (10RA) — одна из жертв репрессий 1937—1938 гг. — Радио, 2020, № 9, с. 51.
8. **Члиянц Г.** Павел Александрович Гиляров (08RA) — ещё одна жертва репрессий 1937—1938 гг. — Радио, 2021, № 9, с. 55, 56.
9. **Члиянц Г.** Александр Кожевников (R1AK) — коротковолновик 1926—1933 гг. — Радио, 2021, № 7, с. 52, 53.
10. **Члиянц Г.** R1FL — наш первый "нелегал". — Радио, 2019, № 9, с. 53—56.
11. **Члиянц Г.** Первый председатель ЦСКВ ОДР (1927—1928 гг.). — Радио, 2020, № 10, с. 51—53.
12. **Члиянц Г., Степанов Б.** Радист — боец-интернационалист. — Радио, 2017, № 12, с. 51, 52.
13. **Члиянц Г.** И. Г. Экштейн (43RA/eu3AG) — радист ледокола "Красин" (1928—1934 гг.). — Радио, 2019, № 8, с. 49, 50.
14. Большевистской печати — верные партии сталинские кадры. — Радиофронт, 1937, № 16, с. 1, 2.
15. **Члиянц Г.** Известный коротковолновик-журналист Вадим Востряков. — Радио, 2019, № 10, с. 49—51.
16. **Члиянц Г.** История любительской радиосвязи на УКВ. — Львов: СПОЛОМ, 2009, 120 с.
17. **Члиянц Г.** "Охота на лис" — 50 лет! (хроника зарождения). — Львов: СПОЛОМ, 2007, 40 с.
18. **Члиянц Г.** Светлой памяти UR5UN. — Львов: "Галицький друкар", 2018, 40 с.



Молодёжный кубок им. А. С. Попова — 2021 год

Четвёртый раз эти соревнования проводились в ранге официальных, включённых в единый план всероссийских мероприятий на 2021 г.: спортивная дисциплина радиосвязь на КВ — телефон 1450061811Я, номер-код ЕКП Минспорта России — 32656. В них приняли участие 113 спортсменов (из них — 86 юношей и 27 девушек), 50 радиостанций (представили отчёты — 49; из них в зачёт — 48). Среди участников — 18 кандидатов в мастера спорта, 12 имеют первый спортивный разряд, 20 — второй спортивный разряд, семь человек — третий спортивный разряд, четыре — первый юношеский спортивный разряд, четыре — второй юношеский спортивный разряд, два — третий юношеский спортивный разряд.



Алина Лихоманова — победитель в индивидуальном зачёте.

В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" в 2021 г. участвовали представители 27 субъектов Российской Федерации из восьми федеральных округов.

В индивидуальном зачёте (вид программы SO — радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны) первое место заняла Алина Лихоманова из г. Новосибирска, работавшая позывным R9PA с коллективной радиостанции. Её тренирует Анатолий Алексеевич Полевик (RC9O). На втором месте — Алина Попова из д. Дресвищи Нижегородской обл., работавшая позывным RK3T с коллективной радиостанции радиоклуба "Русский дом", тренер — Вадим Геннадьевич Кузьмин (R2TT). Третий результат показал Дмитрий Алексеев (UB3DUV) из подмосковного г. Серпухова, его тренер — Владимир Владимирович Монастырный (RD3DS).

В 2021 г., как и в предыдущие годы, команды коллективных радиостанций были разделены на три возрастные группы: радиостанции с двумя или тремя участниками в возрасте до 13 лет, с двумя или тремя участниками в возрасте до 15 лет и с двумя или тремя участниками в возрасте до 19 лет.



Команда радиостанции RD8U (слева—направо): Виктория Харченко (UB9UXJ) — кандидат в мастера спорта, Олег Фомичев и Никита Шароваров.

Среди команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет на первое место вышла команда UA4S из г. Волжска Республики Марий Эл. В составе этой команды выступали Данила Василенко и Роман Баданов. Тренирует команду Виктор Павлович Василенко. На втором месте в этой группе — команда R6BW школьной коллективной радиостанции МБОУ СОШ № 68 из г. Краснодара. В её составе — Владислав Замула, Степан Мандрыка и Виктория Лузан. Тренер команды — Анатолий Иванович Терещенко (R7BC). Третье место заняла команда коллективной станции RC0AR г. Назарово Красноярского края. В составе команды выступали Матвей Суздалев, Дмитрий Петухов и Диана Смольянинова. Тренер команды — Аркадий Павлович Иванкин (RD0A).

В возрастной группе операторов до 15 лет победу одержала команда RK4W Дворца детского (юношеского) творче-



Команда радиостанции UA4S (слева—направо): Данила Василенко, Роман Баданов.





Антенны UA4S.

ства из г. Ижевска. В её составе выступали Иван Торопов (R4WBO), Илья Азаров (R4WAQ) и Роман Зубов. Тренирует команду Павел Анатольевич Коробко (RX4WX). Второе место заняла команда радиостанции школы № 54 г. Орска Оренбургской обл. RO9T, в её составе выступали Ариана Ижанова, Анастасия Атаманенко и Кадиша Шугеева. Тренер команды — Александр Сергеевич Лёвочкин (RA9SSM). На третьем месте в этой группе — команда МБУДО ЦДТТ ИГОСК RK6HWP г. Изобильный Ставропольского края. В её составе — Данила Москальчук, Вероника Черкашина и Мария Андреева. Тренирует команду Леонид Иванович Бычков (RA6FPW).

В "старшей" возрастной группе (до 19 лет) среди коллективных радиостанций первенствовала команда RD8U МБОУ ДО "Центр детского творчества" из пгт Яя Кемеровской обл., выступавшая в составе Олега Фомичева, Никиты Шароварова и Виктории Харченко. Тренирует команду Виктор Александрович Сидельцев (RZ9UF). Второе место у "старшеклассников" заняла команда RM3X Дома детского творчества г. Медынь Калужской обл., за которую выступали Иван Сингатуллин, Константин Галкин и Ксения Яковлева. Тренер команды — Анатолий Филиппович Иванников (UA3XS). На третьем месте в этой группе — команда радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края. В составе этой команды выступали Александр Ткачук, Матвей Коновалов и Максим Нестеренко. Тренирует команду Пётр Петрович Бобровский (RX0AE).

Победители в трёх возрастных группах коллективных радиостанций и в индивидуальном зачёте будут награждены кубками, а занявшие вторые и третьи места — плакетками.

В общем зачёте среди спортивных команд субъектов РФ первенствовала команда Красноярского края. На втором месте — команда Республики Марий Эл, на третьем — команда Московской области.

По результатам соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" выполнили норматив кандидата в мастера спорта 15 человек, первый спортивный разряд — 24, второй спортивный разряд — 19 спортсменов.

Вне зачёта в этих соревнованиях приняли участие спортсмены старше 19 лет. В группе индивидуальных радиостанций первенствовал Алексей Молчанов (R3DCB) из г. Королёва Московской обл. На втором месте — Максим Коновалов (UF0B) из г. Ачинска Красноярского края.

В группе коллективных с участниками в возрасте 20 лет и старше на первом месте радиостанция RZ1AWD из г. Санкт-Петербурга, за которую выступали Артём Шабалов, Эльдар Исмаилов и Владислав Тимошин. На втором месте — команда UB8O Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики г. Новосибирска. В составе этой команды выступали Игорь Майоров, Лира Майорова и Николай Масибут.

В группе наблюдателей на первом месте Денис Сова (R1A-519) из г. Санкт-Петербурга. Второе место занял Максим Попов (R3R-126) из с. Татаново Тамбовской обл. На третьем месте — Павел Мазурчук (R3D-095NF), Московская обл.

Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, число подтверждённых связей, число очков за подтверждённые связи, итоговый результат. Полные технические результаты можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/y_popov_cup_2021_tab_site.pdf** на сайте журнала "Радио", а также по адресу **https://srr.ru/wp-content/uploads/2021/11/Protokol-GSK-Kubok-Popova-2021.pdf** на сайте Союза радиолюбителей России.

SINGLE-OP				
1	R9PA	191	573	573
2	RK3T	115	345	345
3	UB3DUV	111	333	333
4	RK3A	107	321	321
5	R9SDS	77	231	231
6	RC3D	46	138	138
7	UC6K	39	117	117
11	RK3FWE	43	129	129
MULTI-OP-19				
1	RD8U	159	477	477
2	RM3X	150	450	450
3	RK0AZC	139	417	417
4	RK9CYA	132	396	396
5	RA5AD	125	375	375
6	R3MAI	118	354	354
7	RK3IXB	96	288	288
11	RA5AW	110	330	330
12	RT2Z	105	315	315
13	R8AN	81	243	243
14	R5AX	59	177	177
MULTI-OP-15				
1	RK4W	163	489	489
2	RO9T	158	474	474
3	RK6HWP	141	423	423
4	RT4S	130	390	390
5	R0AK	118	354	354
6	RK4LWQ	103	309	309
11	RC9FC	84	252	252
12	UA0CDX	68	204	204
13	RK4CYW	35	105	105
MULTI-OP-13				
1	UA4S	166	498	498
2	R6BW	154	462	462
3	RC0AR	118	354	354
4	RZ3DZI	104	312	312
5	RK3DXW	94	282	282
6	RO5F	76	228	228
7	RL9M	69	207	207
8	RC9MAA	58	174	174
9	R6HZ	48	144	144
11	RZ5Z	76	228	228
12	RK3SAI	52	156	156
13	RJ3ZC	44	132	132
14	RT3Z	37	111	111
15	RM3ZF	25	75	75
16	RK3ZZH	14	42	42
OM SINGLE-OP				
1	R3DCB	142	426	426
2	UF0B	43	129	129
OM MULTI-OP				
1	RZ1AWD	108	324	324
2	UB8O	40	120	120
SWL				
1	R1A-519	50	140	140
2	R3R-126	17	49	49
3	R3D-095NF	17	47	47
4	R3D-098NF	14	34	34
5	R3D-086NF	11	29	29
6	R1A-518	10	28	28
7	R1A-576	8	22	22

Синтезатор частоты для любительской коротковолновой радиостанции

Виктор ДЕНИСОВ (RA6LM), г. Азов Ростовской обл.,
Виталий ПОПОВ (RX6LEJ), г. Ростов-на-Дону

Синтезатор предназначен для использования в качестве первого плавного гетеродина любительской коротковолновой радиостанции (трансивера). Синтезатор формирует сигнал с частотой для девяти любительских диапазонов с учётом записанных в его память двух значений промежуточных частот трансивера, а также может работать в режиме генератора синусоидальных сигналов в диапазоне от 10 Гц до 160 МГц. Можно выбрать шаг перестройки: 10 Гц; 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; а в режиме генератора — 1 МГц. Напряжение выходного сигнала — 0,3 В, форма выходного сигнала — синусоидальная.

Уровень ВЧ-напряжения на выходе достаточен для того, чтобы подать его на формирователь, выполненный на микросхеме SN74HC86N. Измеренный уровень побочных составляющих в спектре выходного сигнала — не более −120 дБ, а с применением гетеродинных фильтров он ещё снижается до уровня −140 дБ. Заявленные характеристики фазового шума на выходе ЦАП меньше −120 дБ/Гц при отстройке от несущей на 1 кГц. Синтезатор поддерживает работу с CAT-интерфейсом, который позволяет управлять трансивером через компьютер. Структурная схема синтезатора мало отличается от опубликованной нами конструкции в журнале "Радио" [1]. Но в этом синтезаторе применена более современная и быстродействующая КМОП-микросхема AD9951 прямого цифрового синтеза DDS с 14-разрядным ЦАПом и напряжением питания 1,8 В.

В этой микросхеме имеется внутренний умножитель тактовой частоты на основе ФАПЧ с коэффициентом умножения от 4 до 20. Также возможна подача внешнего тактового сигнала с частотой до 400 МГц без использования внутреннего умножения. Заявленный производителем уровень фазового шума при 20-кратном умножении составляет −105 дБ/Гц, а при четырёхкратном умножении — −115 дБ/Гц. При использовании внешнего генератора с частотой 400 МГц и выключенном умножителе уровень фазового шума — −132 дБ/Гц.

Сформированный микросхемой DDS сигнал через ФНЧ седьмого порядка поступает на выходной разъём, а на второй выход подаётся сигнал для контроля частоты и для технологических цепей. "Сердцем" синтезатора является микроконтроллер серии PIC16F88 с записанной в его память управляющей программой. Обрабатывая сигналы, поступающие от формирователя импульсов (валкодера), микроконтроллер передаёт в последовательном 48-разрядном коде в микросхему DDS рассчитанное значение частоты настройки трансивера. Одновременно управляющий код поступает в регистры блока индикации рабочей частоты и регистры управления. Частота настройки индицируется на светодиодном индикаторе с учётом запрограммированной ПЧ. В цифровых синтезаторах частоты, построенных по методу прямого синтеза, сигнал выходной частоты $F_{вых}$ формируется программно из потока импульсов, частота следования которых значительно выше $F_{вых}$. Выходная частота формируется как дискретные составляющие основной частоты, которая, в свою очередь, формируется из сигнала образцового кварцевого генератора частотой 100 МГц с последующим внутренним умножителем в DDS на четыре или из сигнала генератора частотой 400 МГц без умножения. Испытания показали, что микросхема DDS AD9951 устойчиво работает до тактовых частот 500 МГц. Разрядность внутреннего ЦАП микросхемы DDS составляет 14 бит, при этом общее число дискретных составляющих в спектре составляет 214 за один период колебания.

Схема синтезатора представлена на **рис. 1**. К разъёму XS1 подключают валкодер. Его конструкция описана в [2]. На микросхеме DD1 (четыре логических элемента с передаточной характеристикой триггера Шмитта) выполнены формирователи сигнала валкодера. Микросхема DD3 — память синтезатора. В памяти микроконтроллера DD2 хранятся сведения об образцовой частоте REFCLK микросхемы DD11, используемом множителе частоты, значения двух промежуточных частот трансивера и данные о границах диапазонов. Вся остальная информация хранится в микросхеме DD3. Микросхема DD10 — образцовый термокомпенсированный (TCXO) тактовый генератор.

На первом выходе микросхемы DD11 включён ФНЧ седьмого порядка L1—L3C15—C18 с частотой среза 35 МГц. XS11 — выход для подключения приёмно-передающего тракта, а разъём XS10 — технологический с частотой от 10 Гц до 160 МГц. Разница между этими выходами в том, что на разъём XS10 подаётся сигнал через разделительный конденсатор C20 большой ёмкости (10 мкФ) для пропускания звуковых частот.

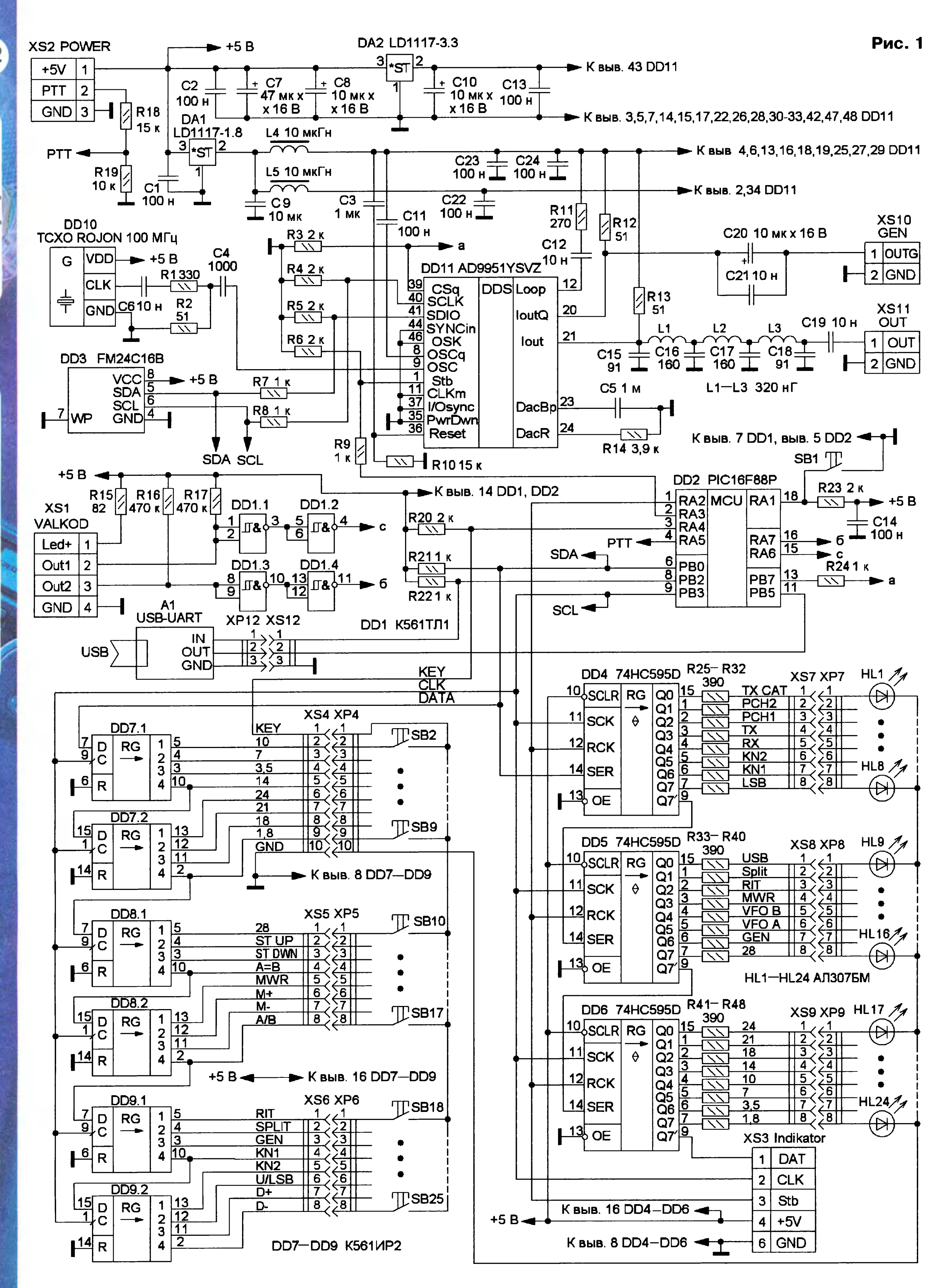
Микросхемы DD4—DD6 управляют переключением диапазонных фильтров, светодиодами индикации всех режимов работы синтезатора, управлением режимами приём/передача от CAT. Назначение большинства кнопок, подключаемых к разъёмам XS4—XS6, понятно из надписей на схеме и отдельного пояснения не требует. Кнопка MWR — готовность к записи в память, кнопки M+ и M− — переключение ячеек памяти внутри включённого диапазона или генератора. Если кнопка MWR не была нажата, при нажатии на кнопку M+ или M− происходит вызов частоты из памяти с отображением номера ячейки памяти. При нажатии на кнопку MWR загорается одноимённый светодиод, затем кнопкой M+ или M− выбирают ту ячейку памяти, в которую необходимо занести текущую частоту. Повторное нажатие на кнопку MWR приводит к записи частоты в выбранную ячейку, при этом светодиод MWR гаснет.

Переключение диапазонов возможно двумя способами, прямым выбором диапазона с помощью кнопок SB2—SB23 или по циклу с помощью кнопок D+ и D−. Переключение шага настройки осуществляется также по циклу кнопками ST UP и ST DWN. Текущий шаг отображается кратковременным зажиганием символа — на индикаторе в соответствующем разряде. Сигнал TX CAT (включение передачи через компьютер) находится на контакте 1 разъёма XS7.

Высокий логический уровень на этом контакте можно использовать для включения передатчика трансивера. Во время передачи работа валкодера блокируется. Синтезатор переходит в состояние передачи при подаче на контакт 2 разъёма XS2 напряжения +12 В (TX). При этом с делителя R18R19 на линию порта RA5 (вывод 4) микроконтроллера DD2 поступает напряжение +5 В.

Схема узла индикации не приводится, она аналогична опубликованной в [1]. Рисунок печатной платы индикации размещён на сайте редакции. Также разработана версия программы для микроконтроллера, позволяющая работать с покупным дисплеем на базе микросхемы MAX7219. На современных компьютерах сложно найти настоящий COM-порт, поэтому было принято решение использовать переходник USB—UART. Покупной узел стыковки компьютера и трансивера A1 — USB—UART может быть любой, к примеру, на микросхеме FTDI232RL. Конечно, при наличии в компьютере

Рис. 1


XS2 POWER
DA2 LD1117-3.3
DA1 LD1117-1.8
DD10 TCXO ROJON 100 МГц
DD3 FM24C16B
DD11 AD9951YSVZ
DD2 PIC16F88P
DD1 К561ТЛ1
A1 USB-UART
XS1 VALKOD
XS10 GEN
XS11 OUT
XS3 Indikator
DD4 74HC595D
DD5 74HC595D
DD6 74HC595D
DD7—DD9 К561ИР2
HL1—HL24 АЛ307БМ
L1—L3 320 нГ
К выв. 43 DD11
К выв. 3,5,7,14,15,17,22,26,28,30-33,42,47,48 DD11
К выв 4,6,13,16,18,19,25,27,29 DD11
К выв. 2,34 DD11
К выв. 7 DD1, выв. 5 DD2
К выв. 14 DD1, DD2
К выв. 8 DD7—DD9
К выв. 16 DD7—DD9
К выв. 16 DD4—DD6
К выв. 8 DD4—DD6

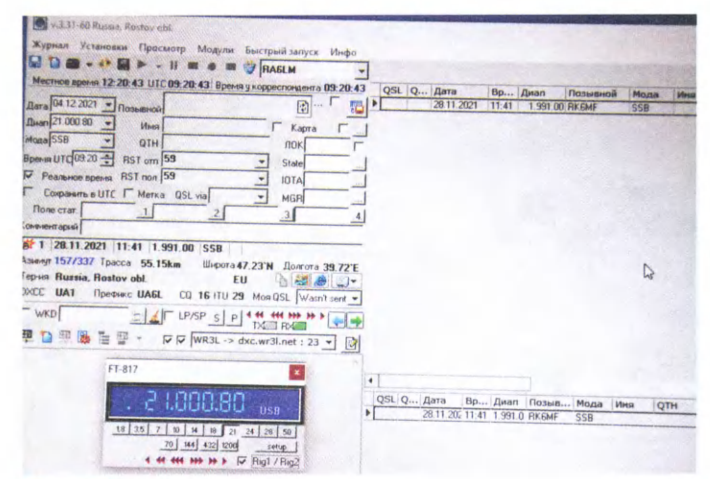


Рис. 2

	00	01	02	03	04	05	06	07
0000	17	D7	84	00	04	0F	42	40
0008	0F	41	14	FF	FF	FF	FF	FF
0010	02	BF	20	03	0D	40	00	FF
0018	05	57	30	05	CC	60	00	FF
0020	0A	AE	60	0B	71	B0	00	FF
0028	0F	69	50	0F	A3	E8	00	FF
0030	15	5C	C0	15	E5	78	11	FF
0038	1B	91	D0	18	F3	78	11	FF
0040	20	0B	20	20	BA	E8	11	FF
0048	25	FA	A8	26	73	C0	11	FF
0050	2A	B9	80	2D	51	90	11	FF
0058	00	00	01	F4	24	00	11	FF

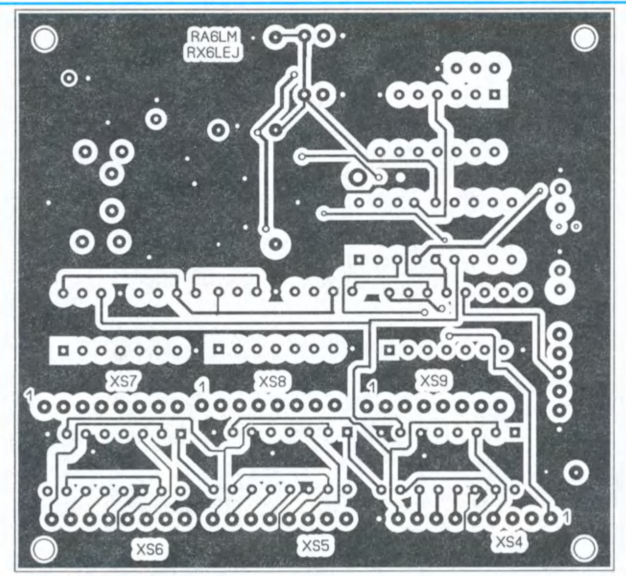


Рис. 3,а

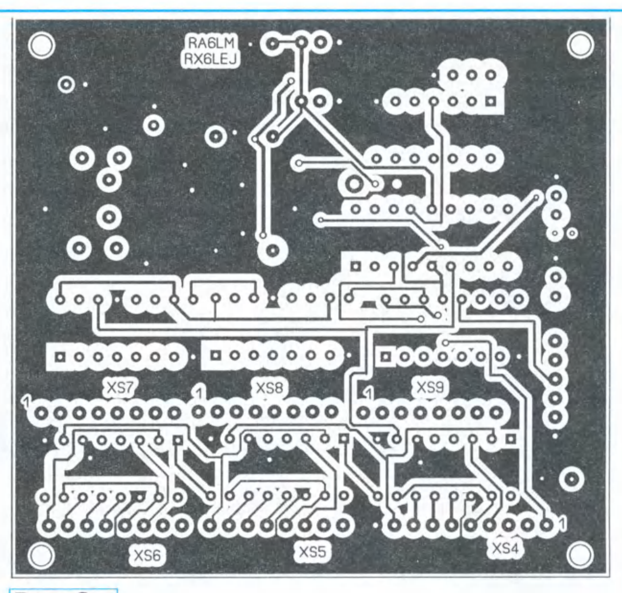


Рис. 3,в

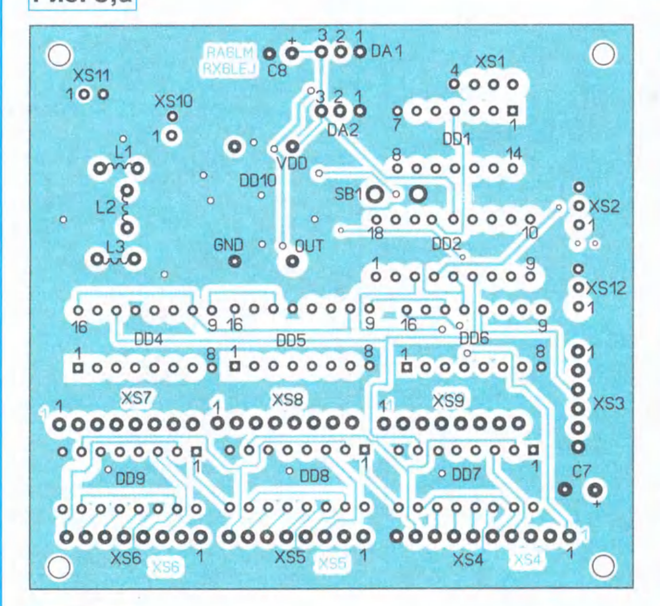


Рис. 3,б

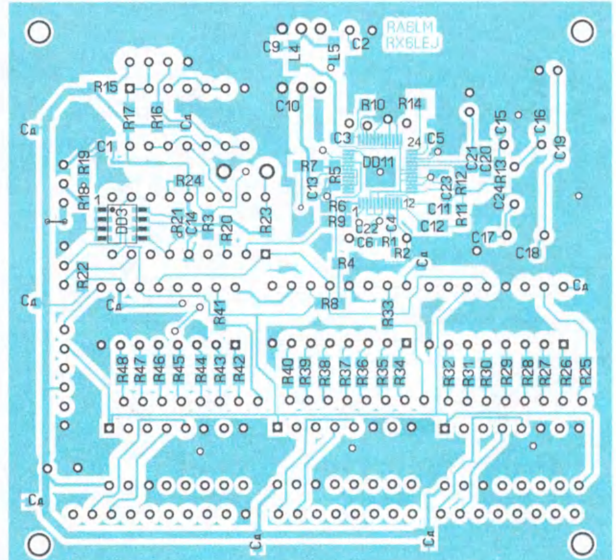


Рис. 3,г

настоящего COM-порта возможно подключение этого синтезатора и к нему, используя для преобразования уровней известную микросхему MAX232.

CAT-система позволяет управлять трансивером с помощью компьютера, вести аппаратный журнал (LOG) в компьютере, например, используя программу UR5EQF_Log, управлять приёмом и передачей через компьютер (**рис. 2**). За основу технического решения была принята система команд для управления трансивером YAESU FT-817. Управляющие программы сторонних производителей обычно используют для связи с радиостанцией драйвер Omni-Rig, созданный канадским радиолюбителем

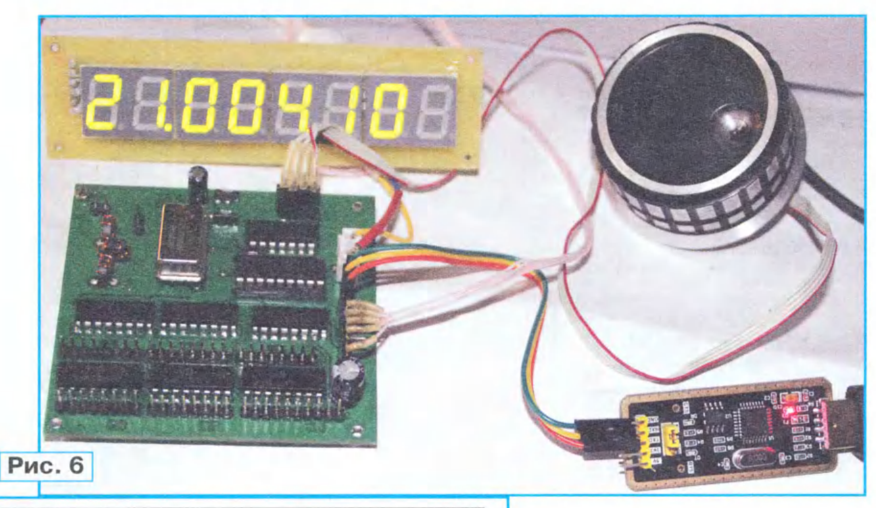
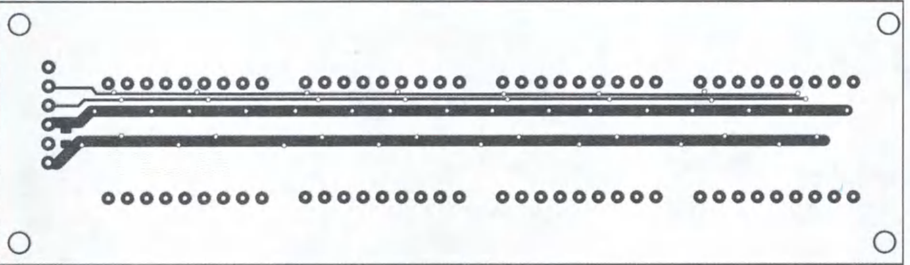


Рис. 6



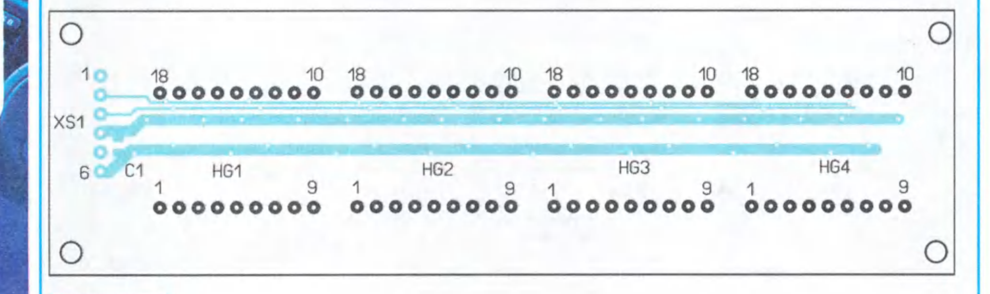
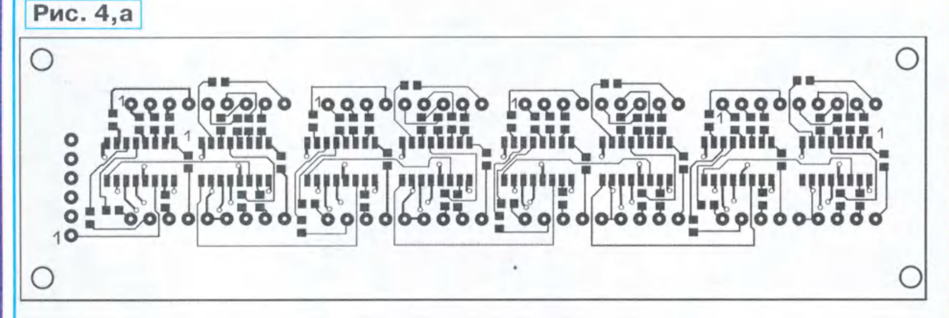


Рис. 4,а



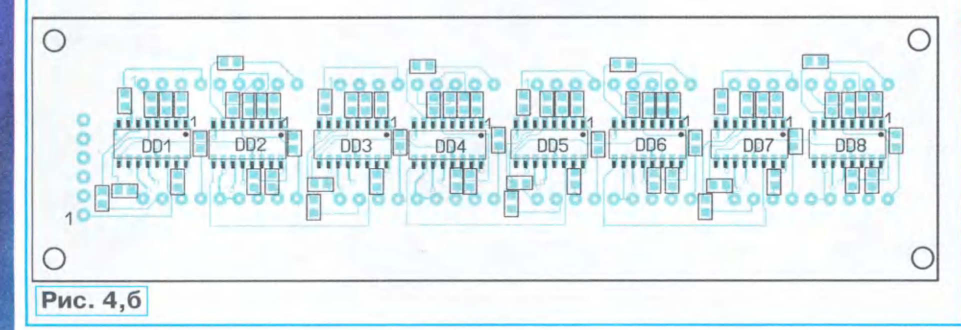


Рис. 4,б

Alex Shavkoplas (VE3NEA). При настройке Omni-Rig для работы с синтезатором нужно выбрать в конфигурации тип трансивера — FT-817, номер COM-порта, к которому подключаем CAT, и установить скорость передачи информации — 9600 бит/с.

Этот синтезатор поддерживает работу с двумя VFO. Наличие двух VFO позволяет работать на разнесённых частотах (режим SPLIT), когда приём осуществляется на частоте одного VFO, например VFOA, а передача — на частоте другого, например VFOB. Имеется возможность работать в режиме RIT — расстройке приёма в интервале ±99,99 кГц. При наличии в трансивере второго гетеродина ПЧ, отличающегося от основного гетеродина на ширину полосы пропускания SSB фильтра (обычно около 3 кГц), синтезатор позволяет переключать боковую полосу USB/LSB. Начальные значения и первой и второй промежуточных частот задаются на этапе программирования микроконтроллера, но могут быть оперативно изменены в процессе работы, используя кнопку SB1. Все функции синтезатора доступны при управлении по CAT-интерфейсу. Возможны переключение между VFO, перестройка частоты активного VFO, а также переключение режимов работы приём/передача.

Порядок сборки и налаживания. Перед монтажом надо тщательно просмотреть печатную плату на предмет ложных соединений. Пропаять переходные отверстия на плате легкоплавким сплавом, запаять разъёмы и все микросхемы, кроме микросхемы DDS. Установить 18-контактную панель для микроконтроллера DD2 и 14-контактную цанговую (удалив десять контактов, оставить только 1, 7, 8 и 14 контакты) для кварцевого генератора DD10. Запаять резисторы и конденсаторы со-

гласно схеме, изготовить катушки для LC-фильтра. Его частота среза — около 35 МГц, а если понадобится работать с более высокими частотами, фильтр следует пересчитать согласно методике в [3]. Теперь, прежде чем включать, надо запрограммировать микроконтроллер 16F88, для этого понадобится программатор любой подходящий, например самодельный, как у авторов JDM Programmer, или современный Pickit-3. После загрузки программы в программатор на экране появится окно данных EEPROM с адресами в HEX файлах (шестнадцатеричном коде) от 0000 до 0058 (**таблица**). Выведите на экран компьтера инженерный калькулятор, поскольку, возможно, понадобится переводить десятичные числа в шестнадцатеричный код (HEX). Переключитесь на клавиатуре на английский язык.

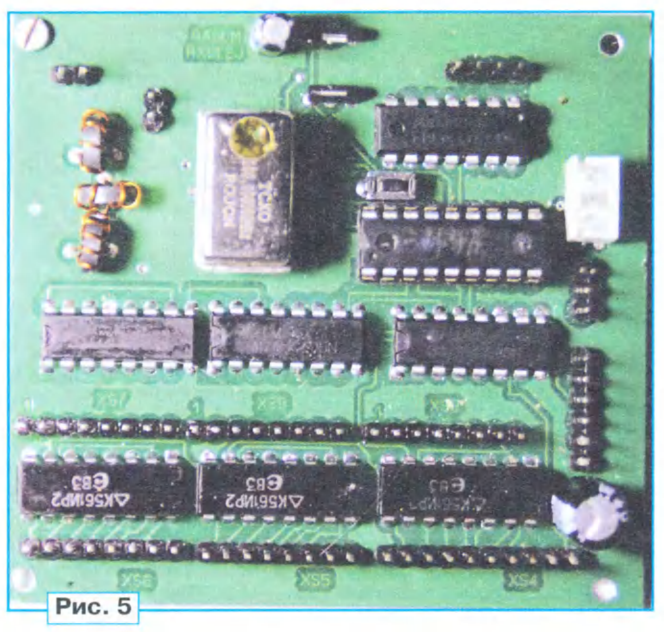


Рис. 5

Программа по умолчанию рассчитана для кварцевого генератора частотой 100 МГц, первой ПЧ1 — 10 МГц, второй ПЧ2 — 9,997 МГц, а выходные частоты по диапазонам — согласно разрешённых частот. Стандартно для низкочастотных диапазонов частота ПЧ складывается с частотой настройки конкретного диапазона для получения частоты гетеродина. Для высокочастотных диапазонов 14 МГц и выше частота гетеродина ниже частоты настройки (результат вычитания частоты ПЧ из частоты настройки). Если понадобится установить частоту гетеродина выше частоты настройки на частоту ПЧ (это понадобится для преобразования вверх), то в программе это можно изменить.

Рассмотрим таблицу по порядку. По адресу 0000 записано слово 17D78400 =400000000 (десятичное), шестнадцатеричный код с точностью до 1 Гц — это частота REFCLK. Такая точность в 1 Гц в этой программе применяется только один раз.

Дальше в программе записан множитель 04, это если 100×4 = 400 МГц, получим те самые 400000000. Этот множитель можно изменить. Если частота кварцевого генератора 400 МГц, надо поставить 00, а если другая, к примеру 20 МГц, — поставить множитель в шестнадцатеричном коде — 14, это 20 в десятичном, те 20×20 = 400 МГц (не надо забывать переводить в шестнадцатеричный код). Далее записана частота ПЧ1, здесь и далее с точностью до 10 Гц, т. е. 10 МГц записываем как 1000000, переводим в HEX — 0F4240. Вторая ПЧ2 — верхняя, она, как правило, на 3...4 кГц ниже — 0F4114 по адресу 0008. По адресам от 0010 до 0050 записаны начало и конец диапазонов от 1,8 до 28 МГц. Например, для диапазона 1,8 МГц записано число 180000, а это в формате HEX — 02BF20. Теперь подойдём к адресу 0030 — диапазон 14 МГц. В этой строке записано 0030 155CC0 15E578 11.

В числе 11 младшая 1 означает, что частота генератора будет ниже частоты приёма на частоту ПЧ. Старшая 1 означает, какой светодиод в узле индикации будет включён по умолчанию с первой ПЧ, USB или LSB, его корректировка может потребоваться при работе синтезатора с преобразованием вверх. Точно такую же процедуру можно провести с другими диапазонами до 28 МГц или перевести только один диапазон по необходимости. И, наконец, по адресу 0058 записана частота генератора 00 00 01 — это 10 Гц — начало диапазона и F4 24 00 — это 16000000 — конец диапазона генератора.

Когда программирование завершено, устанавливают микроконтроллер в панель. Включают синтезатор, предварительно подключив узел индикации и валкодер. Убеждаются в наличии напряжений 1,8 и 3,3 В и в том, что все диапазоны переключаются и частоты запоминаются при выключении питания и повторном включении. Для проверки микросхемы

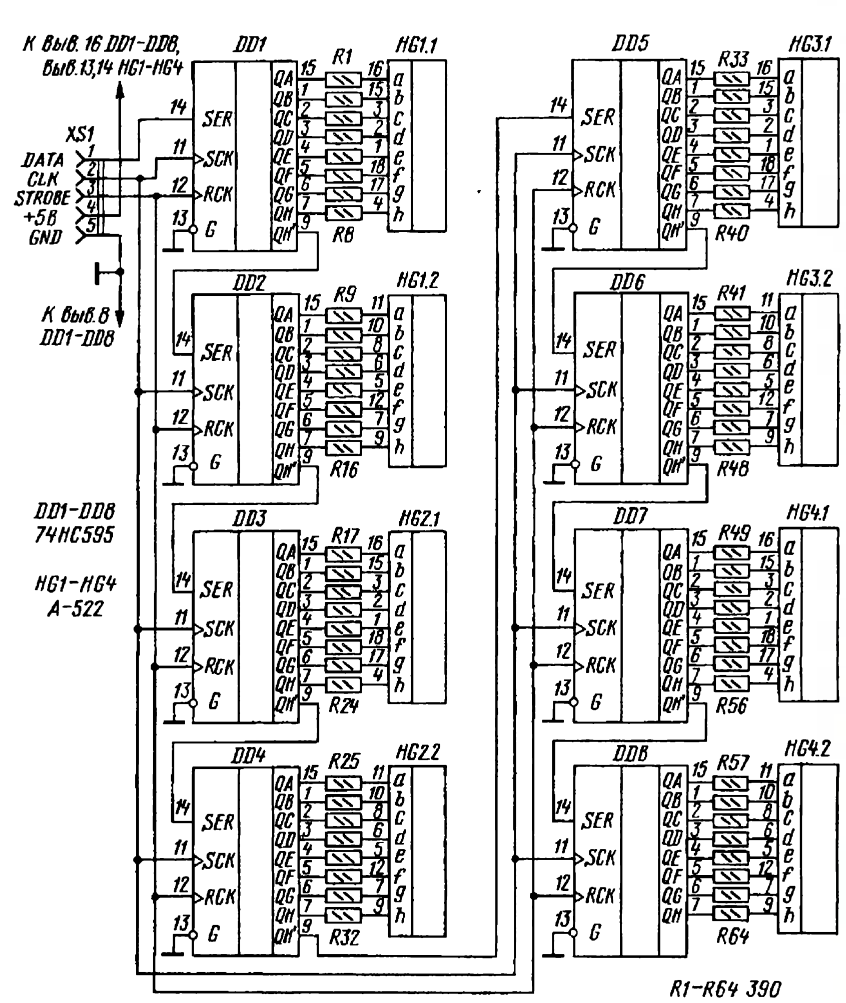


Рис. 7

памяти DD3, вращая валкодер, устанавливают и записывают в память частоты, например, 10, 20, 30, 40 и 50 МГц в режиме генератора, нажимая и отпуская кнопку MWR. Теперь можно проверить записанные частоты ПЧ обеих боковых полос верхней или нижней и при необходимости их скорректировать. Для этого кнопкой USB/LSB поочерёдно выбираем нужную ПЧ1 или ПЧ2, контролируя их по одноимённым светодиодам. Валкодером можно установить нужные частоты, функция изменения шага здесь также доступна. При этом не забываем нажимать на кнопку SB1 для сохранения изменений.

Теперь, убедившись, что плата нормально функционирует без микросхемы DDS, следует промыть плату спиртом и просушить, а затем можно приступить к установке микросхемы DDS. Для этого надо слегка залудить без наплыва припоя легкоплавким сплавом подложку микросхемы DDS и плату. Смазать спиртоканифольным флюсом 48 контактных площадок на плате, приложить микросхему к контактам платы первым контактом по схеме и припаять по одному контакту с каждой стороны по диагонали. Просмотреть под предметным микроскопом, все ли контакты правильно прилегли к плате без перекосов, можно начинать припаивать по одному контакту все четыре стороны. Припаять с обратной стороны через отверстие посредине подложку микросхемы к контактной площадке. Промыть спиртом и удалить остатки флюса, просушить. Вставить в панель кварцевый генератор. Включить и проверить наличие выходных сигналов на разъёмах XS10 и XS11 с помощью осциллографа и частотометра. Даже не подключая этих приборов, правильную работу микросхемы DDS можно определить, если на резисторах R12 и R13 будут одинаковые постоянные напряжения.

Затем надо программно откалибровать синтезатор с точностью показаний ±1 Гц на частоте 50 МГц в режиме генератора. Если показания будут отличаться на табло частотомера и индикаторе синтезатора, надо нажать один раз на кнопку SB1 (в режиме генератора!) на плате и с помощью валкодера установить одинаковые показания на частотомере и индикаторе синтезатора. При повторном нажатии на кнопку SB1 новое откорректированное значение REFCLK занесётся в микроконтроллер. Конечно, сам частотомер должен быть термостабильным и откалиброван с точностью показаний не хуже ±1 Гц. После этого можно проверить и перезаписать значения частот ПЧ, включить синтезатор на любом диапазоне и нажать на кнопку SB1, на табло синтезатора будет индицироваться частота текущей ПЧ.

Устройство выполнено на двух печатных платах из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм размерами 80×75 мм (чертёж платы синтезатора показан на **рис. 3,а—рис. 3,г**) и 120×32 мм (чертёж платы индикации частоты показан на **рис. 4,а** и **рис. 4,б**). На плате синтезатора есть несколько мест для установки дополнительных блокировочных конденсаторов для поверхностного монтажа ёмкостью 0,1—1 мкФ типоразмера 1206, которые обозначены как $С_д$. Контакт 1 входного разъёма XS2 (+5V) соединён с линией питания с помощью проволочной перемычки. Взамен неё можно установить, например, самовосстанавливающийся предохранитель. Обратите внимание, что на плате индикации резисторы обозначены прямоугольниками и не промаркированы, поскольку все они одного номинала. Кроме того, в цепи питания установлен керамический конденсатор С1 для поверхностного монтажа ёмкостью 100 нФ типоразмера 1206, а пятиконтактный разъём XS1 заменён шестиконтактным, при этом общий провод соединён с контактом 6 этого разъёма. Плату клавиатуры и плату светодиодов изготавливают с учётом конкретной конструкции трансивера, здесь они не рассмотрены.

Разъём питания — трёхконтактный, вилка и розетка — PW15-3. Остальные разъёмы на платах серии PLS (вилки) и PBS — розетки с расстоянием между контактами 2,54 мм. Основная часть резисторов и конденсаторов, применяемых в конструкции, — для поверхностного монтажа типоразмера 0805 или 1206. Конденсаторы С7 и С8 — оксидные с гибкими выводами. Кнопка SB1 на плате — IT1101. Панель для микроконтроллера — 18-контактная DIP-18 SM-цанговая, а для кварцевого генератора — 14-контактная DIP-14SM. Конденсатор С20 — танталовый для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Катушки индуктивности L4 и L5 — LQH32MN100Y21 на 10 мкГн типоразмера 1210 фирмы Murata. Микросхему К561ТЛ1 можно заменить на импортный аналог CD4093BE. DD7—DD9 — 561ИР2 можно заменить импортными аналогами — CD4015. Катушки L1—L3 намотаны на кольцевых магнитопроводах типоразмера К7×4×2 из феррита 20ВЧ. Катушки L1 и L3 имеют по шесть витков провода ПЭВ-2 0,41 мм, а катушка L2 — семь витков такого же провода.

Кварцевый генератор DD10 — термокомпенсированный с питанием от 5 В фирмы ROJON на частоты от 20 МГц до 150 МГц. При этом не надо забывать про установку коэффициента умножения. Микросхему FM24C16 можно заменить на FM24C32, FM24C64, но обязательно с большим числом циклов записи, в противном случае через несколько лет эксплуатации трансивера синтезатор может начать при включении питания "забывать" частоты, на которых он был до выключения. Внешний вид смонтированной платы синтезатора показан на **рис. 5**, а вместе с платой индикации и другими элементами — на **рис. 6**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Денисов В., Попов В.** Синтезатор для любительской коротковолновой радиостанции. — Радио, 2005, № 3, с. 68—71.

2. **Денисов В., Ушич В., Спирин В.** Синтезатор частоты трансивера. — Радио, 1990, № 3, с. 26, 27.

3. **Ред Э. Т.** Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике. — Мир, 1990, с. 32, 33.

От редакции. *Для повышения удобства изготовления схема узла индикации (рис. 3 из [1]) приведена на* ***рис. 7***.

Файлы для программирования микроконтроллера, чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout в авторском варианте, а также в графическом редакционном варианте находятся по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/sintez.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Высоковольтные стабилизаторы тока в низковольтных цепях

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Светодиодные лампы всё шире применяются в бытовых осветительных приборах. Надёжность таких ламп теоретически высока, но практически они не так уж редко выходят из строя. Наиболее частая причина — перегоревший светодиод. В зависимости от типа драйвера из строя могут выходить и другие элементы. В настоящее время всё чаще встречаются светодиодные лампы с драйвером, основой которого является линейный стабилизатор тока на специализированной микросхеме. В дальнейшем речь пойдёт о таких лампах и их радиоэлементах.

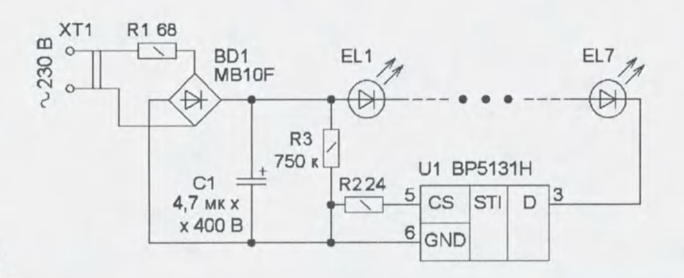


Рис. 1

Типичная схема лампы показана на **рис. 1**, нумерация и обозначение элементов приведены в соответствии с маркировкой на плате. Она содержит токоограничивающий резистор R1, который выполняет также функции предохранителя. Переменное напряжение выпрямляет диодный мост BD1, пульсации сглаживает конденсатор C1. Микросхема U1 питает светодиоды стабильным током, значение которого зависит от сопротивления резистора R2. Резистор R3 предназначен для разрядки конденсатора после отключения сетевого напряжения. В зависимости

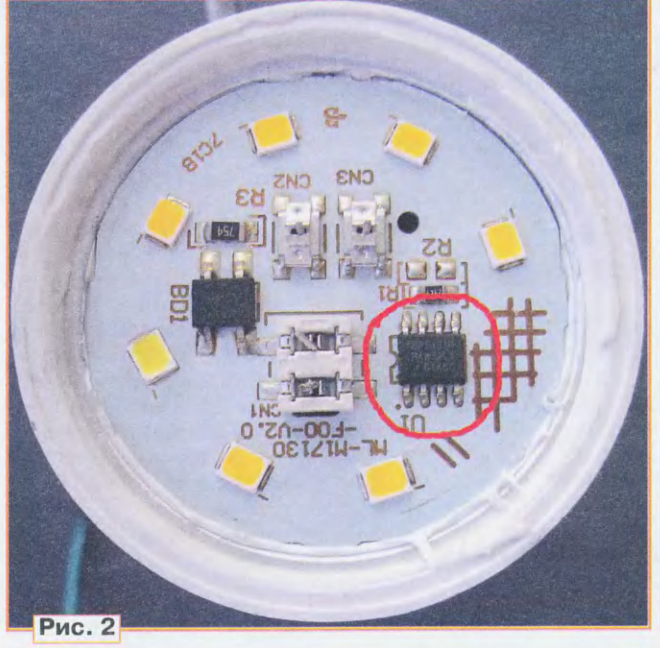


Рис. 2

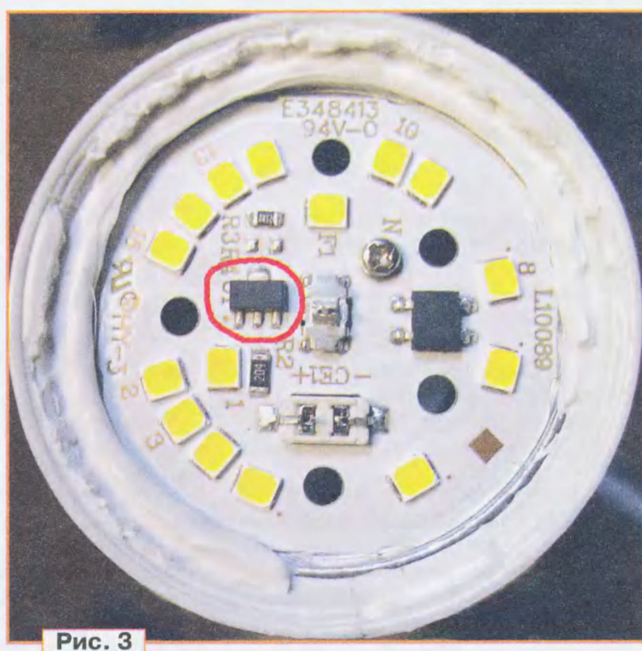


Рис. 3

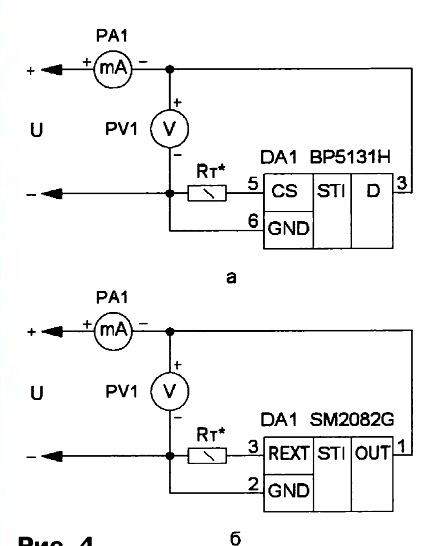


Рис. 4

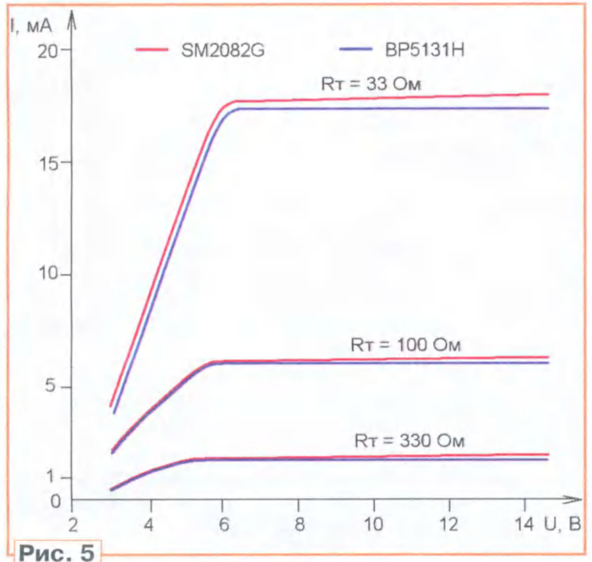


Рис. 5

от производителя схемы ламп могут незначительно отличаться, в том числе использованы микросхемы других серий. Такая лампа содержит минимум необходимых элементов, поэтому её себестоимость невысока, а соответственно и цена сравнительно небольшая. Обычно большинство элементов лампы размещено на печатной плате, основой которой является алюминиевая пластина.

Такие лампы могут быть источником радиоэлементов, в первую очередь это диодный мост, конденсатор и микросхема стабилизатора тока. Номенклатура применяемых микросхемных стабилизаторов тока сравнительно широка, как и типы их корпусов, например, SOP8, SOT89, SOT223 и другие. Примеры показаны на **рис. 2** и **рис. 3**, где микросхемы выделены. Основные узлы таких микросхем: источник образцового напряжения, узел сравнения и стабилизации тока и выходной высоковольтный полевой транзистор, датчиком тока служит внешний резистор. Эти микросхемы имеют встроенную защиту от перегрева с пороговой температурой 110...150 °С. Кроме того, имеется встроенный защитный диод, включённый между выводами D (OUT) и GND (анодом к GND). Основные параметры микросхем серий PT4515, SM2082, BP5131 [1—3]: максимальное напряжение на выходе — 250...500 В; ток стабилизации — до 60...80 мА; собственный потребляемый ток — 100...200 мкА (протекает через вывод GND); максимальная рассеиваемая мощность — до 1,25 Вт.

Область применения этих микросхем — высоковольтные устройства, например, блоки питания. О таком применении было рассказано в [4]. Но для радиолюбителей интерес может представлять их применение и в низковольтных устройствах. Для некоторых микросхем приводятся их вольт-амперные характеристики [2], для некоторых нет. Поэтому была проведена экспериментальная проверка вольт-амперных характеристик в соответствии с **рис. 4**. Микросхема BP5131H — в корпусе SOP8, микросхема SM2082G — в корпусе SOT89. Ток стабилизации можно определить по формуле $I_{ст} = 0{,}6/R_т$. Экспериментальные характеристики для разных сопротивлений резисторов $R_т$ показаны на **рис. 5**. Видно, что режим стабилизации тока наступает при напряжении на микросхемах 5...6 В. Кроме того, стабильность тока у микросхемы BP5131H выше, чем у микросхемы SM2082G.

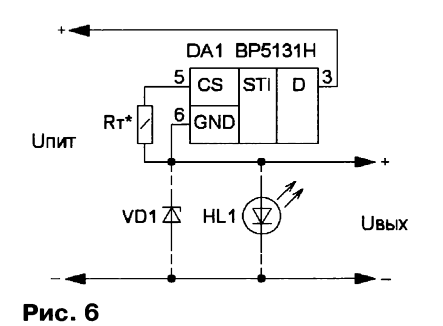


Рис. 6

Таким образом, упомянутые выше микросхемы можно применять не только в высоковольтных цепях [4], но и в низковольтных. Их можно использовать вместо токоограничивающих и токозадающих резисторов для питания стабилитронов, светодиодов, а также в качестве нагрузки с большим динамическим сопротивлением в транзисторных и даже ламповых каскадах.

Вариант включения микросхемы в качестве стабилизатора тока показан на **рис. 6**. для микросхемы BP5131G в корпусе SOP8. Его можно использовать совместно, например, со стабилитронами и светодиодами. В первом случае повышается стабильность напряжения на стабилитроне, во-втором — поддерживается постоянная яркость свечения при изменении напряжения питания в большом интервале. При этом должно выполняться условие $U_{пит} - U_{вых} > 6$ В. Стабилизируемый ток можно установить подборкой резистора в соответствии с приведённым выше выражением.

Кроме того, на этих микросхемах можно сделать управляемый источник тока, усилитель и другие устройства. Примером может служить зарядное устройство для аккумуляторных батарей, схема которого показана на **рис. 7**. Оно обеспечивает первоначальный стабильный ток зарядки с последующим его плавным уменьшением и поддерживает стабильное напряжение после его окончания. Ток зарядки можно установить подборкой резистора R1: $I_{ст} = 0{,}6/R1$, а его максимальное значение — 60...80 мА ограничено параметрами этих микросхем.

Принцип работы этого зарядного устройства основан на том, что микросхема DA1 поддерживает постоянным напряжение 0,6 В между выводами 3

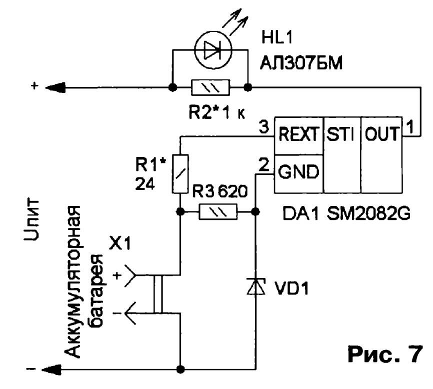
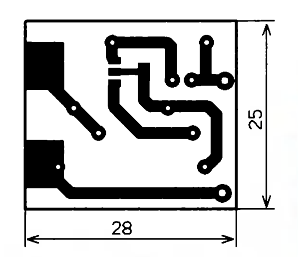
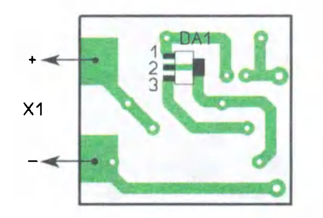


Рис. 7

(REXT) и 2 (GND). При этом ток зарядки протекает через вывод 3, а собственный потребляемый ток (доли миллиампера) протекает через вывод 2. При подключении разряженной аккумуляторной батареи и подачи питающего напряжения начнётся зарядка и станет светить светодиод HL1. При этом стабилитрон закрыт и через резистор R3 протекает только собственный ток микросхемы, поэтому падение напряжение на нём невелико. В таком режиме происходит начальный этап зарядки батареи. Когда напряжение на ней достигнет напряжения, при котором открывается стабилитрон, через резистор R3 начнёт протекать ток, и на нём появится напряжение, которое складывается с напряжением на резисторе R1. В ре-





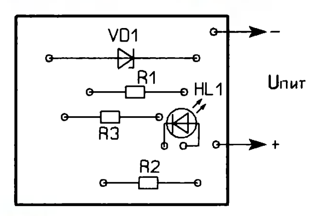


Рис. 8

зультате микросхема уменьшит напряжение на резисторе R1 за счёт уменьшения тока через него, т. е. тока зарядки.

Дальнейшая зарядка приводит к увеличению напряжения аккумуляторной батареи и уменьшению зарядного тока. Максимальное напряжение, до которого зарядится батарея, $U_{зар} = U_{ст} + 0,6$, где $U_{ст}$ — напряжение стабилизации стабилитрона (в этом случае при токе 1 мА). По мере уменьшения тока зарядки яркость светодиода HL1 будет уменьшаться, и при определённом токе он погаснет. Напряжение питания устройства $U_{пит}$ должно быть не менее $U_{пит} > U_{зар} + 6 + U_{HL1}$, где U_{HL1} — напряжение на светодиоде HL1.



Рис. 9

Налаживание устройства начинают с выбора сопротивления резистора R1 для получения требуемого тока зарядки и к подборке стабилитрона с необходимым напряжением стабилизации. Стабилитрон можно подобрать следующим образом. К разъёму X1 подключают вольтметр, устанавливают стабилитрон и подают напряжение питания. Вольтметр покажет напряжение, до которого будет заряжаться аккумуляторная батарея. Сопротивление резистора R2 подбирают таким, чтобы при минимальном токе зарядки светодиод погасал. Если ток зарядки будет больше максимально допустимого через светодиод, резистор R2 подбирают так, чтобы ток через светодиод не превышал допустимого.

Такое зарядное устройство подходит для зарядки Ni-Cd или Ni-Mh аккумуляторной батареи типоразмера 6F22. В этом случае можно применить прецизионный стабилитрон серии Д818 практически без подборки. Все элементы устройства можно разместить на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертёж платы и схема размещения элементов показаны на **рис. 8**. Со стороны печатных проводников установлена микросхема и припаян разъём X1 (колодка от батареи 6F22, "Крона"). Остальные элементы установлены с другой стороны. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 9**. При желании её можно разместить в корпусе от батареи типоразмера 6F22. Можно применить маломощные стабилитроны, резисторы — МЛТ, С2-23, светодиод желательно применить красного свечения (у него меньше номинальное напряжение), и не обязательно сверхъяркий, поскольку через него протекает не такой уж маленький ток.

ЛИТЕРАТУРА

1. PT4515. — URL: **http://www.datasheet-pdf.com/PDF/PT4515-Datasheet-Powtech-1227424** (06.11.21).

2. SM2082D. — URL: **https://datasheetspdf.com/pdf-file/934678/Linkage/SM2082D/1** (06.11.21).

3. BP5131D. — URL: **https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132264/BPS/BP5131D.html** (06.11.21).

4. **Нечаев И.** Микросхема PT4515 и микромощные сетевые бестрансформаторные ИП на её основе. — Радио, 2019, № 5, с. 25—28.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/stab.zip** на нашем FTP-сервере.*

Тематические часы—2

Д. МАМИЧЕВ, пос. Шаталово Смоленской обл.

Основное конструктивное отличие данных часов от их первой версии [1] — это использование одного LCD-дисплея — модуля большего размера GMG12864-06D (версия 2.2). Это — жидкокристаллический матричный дисплей разрешением 128×64 пикселя и размерами экрана 48×24 мм. Драйвер управления — контроллер ST7565R от Sitronix, который реализован по технологии чип-на-стекле (chip-on-glass, COG), интерфейс — SPI, напряжение питания — 3,3 В. Внешний вид на монтаж внешних элементов и выводов модуля дан на **рис. 1**.

Другое новшество — это использование возможности смены ориентации изображения на экране и применение печатного корпуса-перевёртыша (**рис. 2**, **рис. 3**), что существенно изменяет восприятие часов разной тематики. Дополнительно появилась возможность звукового сопровождения отсчёта времени.

Схема часов изображена на **рис. 4**. Основной модуль A2 — плата Arduino Uno (или Arduino Nano), получает данные о значениях текущего времени из модуля реального времени A1 и выводит их в стилизованном виде на экран модуля A3. Питается конструкция от аккумулятора G1 сотового телефона, потребляя ток около 21 мА. Резисторы R1, R2 — токоограничивающие для светодиода подсветки дисплея и динамической головки от сотового телефона. Эти резисторы подбирают эксперимен-

тально, ограничивая ток в соответствующих цепях до 3...15 мА.

На момент написания статьи автор реализовал скетчи для трёх тем вариантов часов. В каждой теме присутствует основной (слева) и вспомогательный (справа) экраны (**рис. 5—рис. 7**). Основной экран высвечивается на дисплее около 55 с, второй — около 5 с каждой минуты. Таким образом, для пользователя происходит разделение важной и второстепенной информации. Первая тема (см. рис. 5) на основном экране имеет овальный циферблат с часовой и минутной стрелками, а также секундную в виде отрезка. На втором экране отображаются данные календаря — число, название месяца, текущий год и день недели. Каждые полчаса исполняется фрагмент мелодии. Вторая тема (см. рис. 6) имитирует на основном экране ходики с маятником, на втором также отображается календарь в книжной ориентации дисплея. Третья тема (см. рис. 7) стилизована под памятный обелиск с лицевой и оборотной сторонами. На лицевой (основной экран) отображаются полные временные данные в числовом и текстовом виде, а также секундомер обратного отсчёта в виде полосы происходящего процесса. Второстепенный экран отображает связь времени и чувства, испытываемого человеком в жизни.

Элементы устройства расположены внутри бокса-коробки (**рис. 8**). Её размеры зависят от размеров используемых модулей и имеющихся компонентов. В авторском варианте она имеет размеры 68,5×51×51 мм и состоит из двух элементов — корпуса и крышки. В корпусе есть прямоугольные окна для выключателя и экрана дисплея. В крышке имеется круглое окно для динамической головки. Внутри корпуса есть открытые перегородки, которые делят пространство на области: 1 — для размещения модуля экрана, 2 — для аккумулятора, 3 — для платы Arduino, 4 — для модуля часов реального времени. На 3D-принтере производят печать элементов корпуса. Были использованы следующие базовые настройки принтера: материал — PLA; высота слоя — 0,2 мм; ширина линии — 0,4 мм; плотность заполнения — 20 %; поддержка — да, температура сопла — 190 °C; температура стола — 55 °C; тип прилипания к столу — нет. Все электрические соединения выполняются пайкой с помощью тонких гибких проводов.

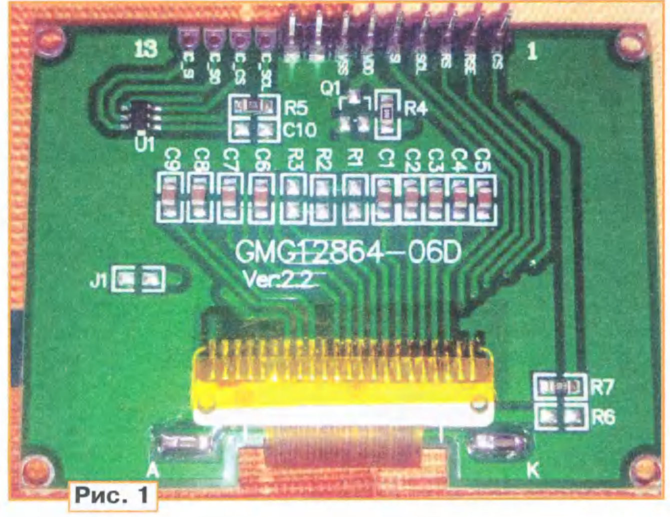


Рис. 1

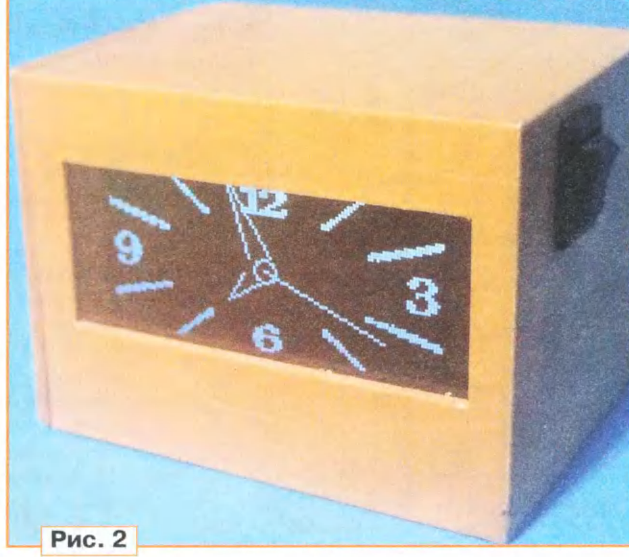


Рис. 2



Рис. 3

Рис. 4





Рис. 5



Рис. 6

Рис. 7

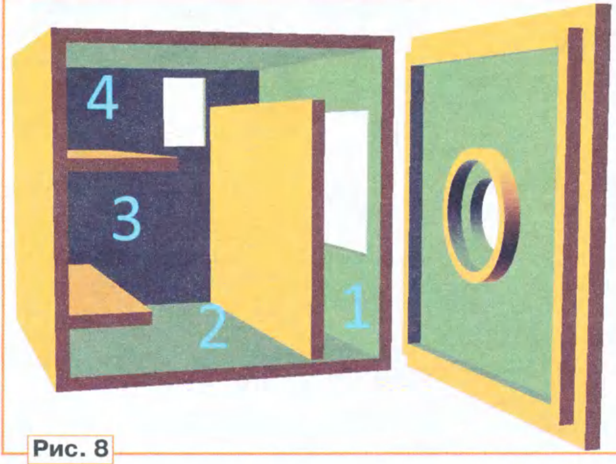


Рис. 8

При написании вариаций скетчей использовались две базовые библиотеки. Это — **iarduino_ RTC** и **U8g2lib**. Сами библиотеки и описания работы с ними можно найти в [2—5].

Как произвести установку библиотеки **U8g2lib** в Arduino IDE, можно узнать в [6].

При изучении следует обратить внимание на смысл следующих базовых команд-настроек:

U8G2_ST7565_ERC12864_2_4W_SW_SPI u8g2(U8G2_R1, /* scl=*/ 13, /* si=*/ 11, /* cs=*/ 10, /* rs=*/ 9, /* rse=*/ 8);

u8g2.setContrast (20);

u8g2.enableUTF8Print();

u8g2.setFont(u8g2_font_cu12_t_cyrillic);

В скетчах при выведении графической и текстовой информации использовалось несколько базовых библиотечных функций:

u8g2.drawXBMP(0, 0, 128, 64, schkala_C); — рисование картинки;

u8g2.setCursor(30,37); — выставление курсора по координатам;

u8g2.print("понедельник"); — печать текста или значения переменной;

u8g2.drawLine(x1,y1,x2,y2); — рисование отрезка по координатам концов.

При конвертировании картинок в массивы данных для используемого дисплея и библиотеки нужно выставить настройки конвертора **Image2Lcd v2.9** согласно **рис. 9**.

Рис. 9

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Тематические часы на модуле DS3231. — Радио, 2021, № 11, с. 62, 63.

2. Универсальная библиотека iarduino_ RTC для RTC DS1302, DS1307, DS3231 к Arduino. — URL: **https://iarduino.ru/file/235.html** (28.10.21).

3. Часы реального времени, RTC (Trema-модуль). — URL: **https://wiki.iarduino.ru/page/chasy-realnogo-vremeni-rtc-trema-modul/** (28.10.21).

4. Olikraus/u8g2. — URL: **https://github.com/olikraus/u8g2/** (28.10.21).

5. Использование библиотеки U8glib с OLED-экраном и SSD1306. — URL: **https://arduinoplus.ru/u8glib-oled-ekran-i-ssd1306/** (28.10.21).

6. Поиграйте с библиотекой u8g2 OLED, хватит одной статьи. — URL: **https://russianblogs.com/article/75281213183/** (28.10.21).

__От редакции__. На нашем FTP-сервере по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/clock2.zip__ находятся материалы проекта и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства.

Тестер для проверки операционных усилителей

А. СЛИНЧЕНКОВ, г. Озёрск Челябинской обл.

Большинство операционных усилителей (ОУ) выпускаются в корпусах, содержащих один, два или четыре идентичных ОУ. Конструкция предлагаемого вниманию читателей тестера по сравнению с [1] и другими позволяет проверять не только одинарные операционные усилители, но и сдвоенные и счетверённые ОУ.

Для проверки работоспособности ОУ его включают по схеме RC-генератора прямоугольных импульсов (**рис. 1**). Цепь R4C1 — частотозадающая, положительная обратная связь осуществляется через резистор R3. Индикаторный светодиод HL1 сигнализирует о работе генератора, т. е. исправности ОУ. Транзистор VT1 нужен для того, чтобы светодиод не нагружал выход ОУ.

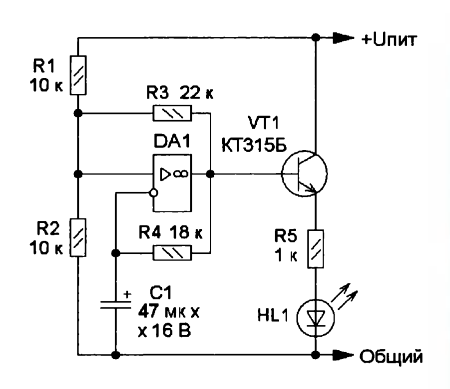


Рис. 1

Схема тестера показана на **рис. 2**. Он содержит элементы для четырёх RC-генераторов прямоугольных импульсов с частотой следования 1...5 Гц, активным элементом которых является проверяемый ОУ. Цепи R9C1, R10C2, R14C3, R16C4 задают частоту генерации, которая для разных генераторов разная.

Большая номенклатура проверяемых ОУ обеспечивается тремя панелями XS1—XS3 для микросхем в корпусе DIP, выводы которых соединены с соответствующими элементами устройства и куда вставляют проверяемые микросхемы.

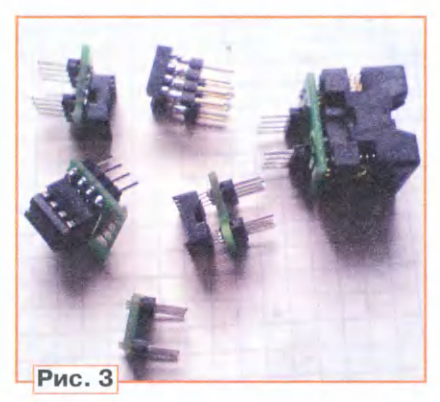


Рис. 3

В первую панель XS1 вставляют одиночные ОУ в корпусе DIP14 (серии К553УД1, К553УД2, К553УД3), а также одиночные ОУ в корпусе DIP8, которые подключают к гнёздам 3—6 и 9—12 (серии К553УД101, К553УД201, КР140УД608, КР140УД708, программируемый КР140УД1208, КР544УД1, TL061, TL081 и аналогичные). В панель XS2 устанавливают счетверённые ОУ в одном корпусе LM324 и аналогичные. В панель XS3 включают сдвоенные ОУ в корпусе DIP8 серий LM358, TL072, TL082 и аналогичные.

Кнопка SB2 совместно с резистором R11 используется при проверке так называемых программируемых ОУ, у которых потребляемый ток зависит от сопротивления внешнего резистора. В верхнем по схеме положении кнопки SB2 проверяют ОУ КР1407УД1, КР1407УД2, КР1407УД3 и аналогичные, в нижнем положении — КР140УД1208 и аналогичные. При проверке других ОУ положение SA1 безразлично.

После установки ОУ в панель подают питание нажатием на кнопку SB1. При исправном ОУ соответствующий светодиод мигает, а при неисправности он либо светит постоянно, либо погашен. При проверке исправных сдвоенных или счетверённых ОУ должны мигать два или все четыре светодиода. В любом случае перед установкой надо

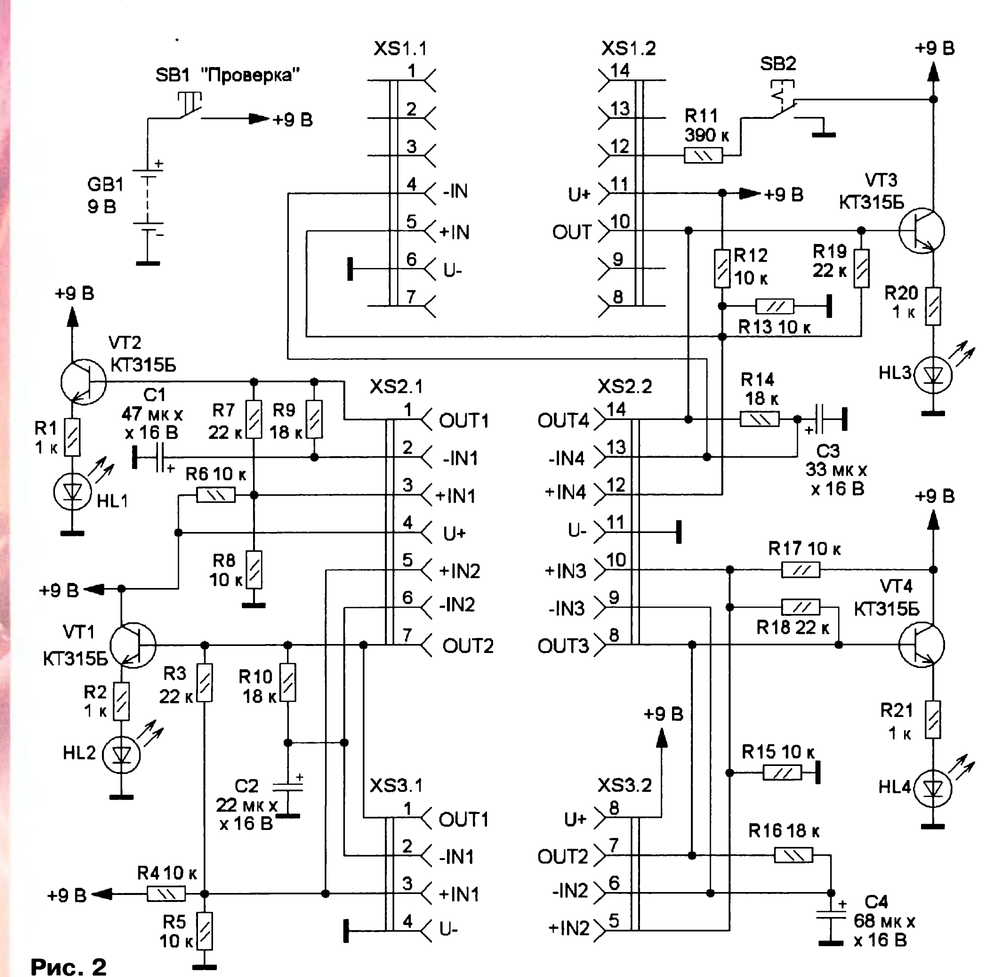
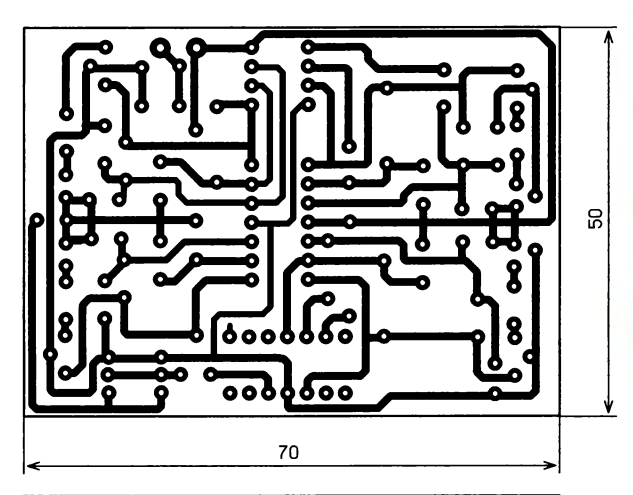


Рис. 2



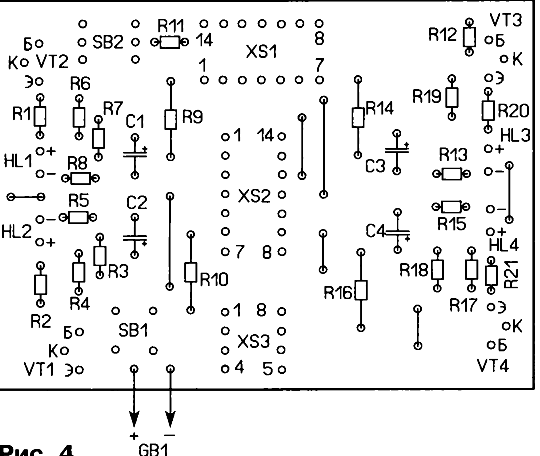


Рис. 4

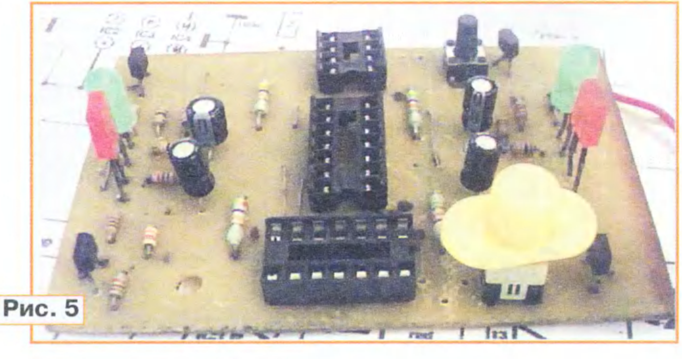


Рис. 5

проверить соответствие цоколёвки проверяемых ОУ с разводкой контактов разъёмов, а для проверки ОУ с другой цоколёвкой (в том числе и для микросхем для поверхностного монтажа) можно изготовить переходники (**рис. 3**).

Питается тестер от внешнего источника питания напряжением 9 В, например батареи "Крона" (6F22). Элементы тестера смонтированы на односторонней плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой и схема размещения элементов показаны на **рис. 4**. Транзисторы — маломощные КТ315 или другие с возможно большим коэффицентом передачи тока $h_{21Э}$, светодиоды — любого свечения маломощные. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, конденсаторы — К50-35 или импортные. Кнопка SB1 — без фиксации TS-A1PS-130, кнопка SB2 — PS580N. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 5**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Павлов С.** Испытатель операционных усилителей. — Радиоконструктор, 2000, № 11, с. 37.

2. Dirk Schumacher. Opamp tester. Quick go/no-go testing for operational amplifiers. — Elektor Electronics, March, 2005, p. 74, 75.

***От редакции**. Чертежи печатных плат в формате Sprint Layout размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/opamp.zip** на нашем сервере.*

Викторина "Arduino: программная часть-8"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Принцип обратной связи широко применяется не только в различных областях техники, но и в биологии, образовании, философии. Обратная связь (англ. Feedback) означает отклик, отзыв, ответную реакцию на какое-либо действие или событие. В частности, без обратной связи невозможно добиться устойчивого функционирования радиоаппаратуры. Без неё не будут запускаться генераторы сигналов, не будут работать стабилизаторы напряжения. В первом случае обратная связь называется положительной, во втором — отрицательной.

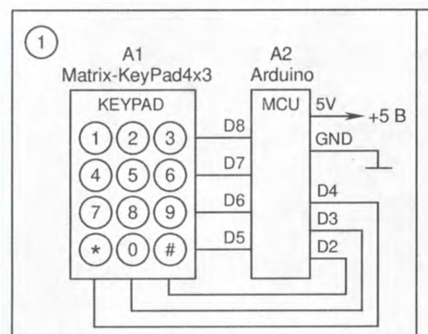
Платы Arduino имеют входные и выходные порты. Для организации обратной связи необходимо замкнуть цепь сигнала с выхода на вход Arduino через объект управления. Микроконтроллер, находящийся на плате Arduino, обрабатывает информацию, поступающую с входов, и корректирует выходной сигнал по заданному алгоритму. Следящая обратная связь, в зависимости от схемы включения, может иметь как аналоговую, так и цифровую компоненты.

В **таблице** показаны электрические схемы организации обратной связи с использованием Arduino. К каждой схеме справа прилагаются два скетча, в которых реализуются алгоритмы управления. Компиляция всех проектов проверена в среде Arduino 1.8.16. Внешние библиотеки функций заимствованы из Интернета по адресам **https://github.com/Arduino-IRremote/Arduino-IRremote** и **https://playground.arduino.cc/Code/Keypad/**.

Названия файлов указаны в нижних строках скетчей согласно нумерации вопросов викторины. Например, файл **arduino8_12.ino** относится к вопросу 12. На каждый вопрос следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 3030, значит, все ответы правильные.

***От редакции**. Скетчи программ находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/01/arduino8.zip** на нашем FTP-сервере.*

1



Какой способ формирования "бегущего нуля" на линиях D2—D4 для данной схемы лучше?
0 - D2=лог. 0; D3=D4=лог. 1;
1 - D2=лог. 0; D3=D4=входы "pull-up".

2

```
// Опрос кнопок тастатуры A1
#include <Keypad.h> // Библиотека
char buts [4] [3] = { // Массив кнопок
  {'1', '2', '3'}, {'4', '5', '6'},
  {'7', '8', '9'}, {'*', '0', '#'} };
byte row [4] = { 8, 7, 6, 5 }; // Строки
byte col [3] = { 4, 3, 2 }; // Столбцы
Keypad custom = Keypad
  ( makeKeymap(buts), row, col, 4, 3);
void setup() { Serial.begin(9600); }
void loop() { // Вывод на компьютер
  char tast = custom.getKey();
  if (tast) Serial.println(tast);
} // Файл "arduino8_2.ino", 3116 байт
```

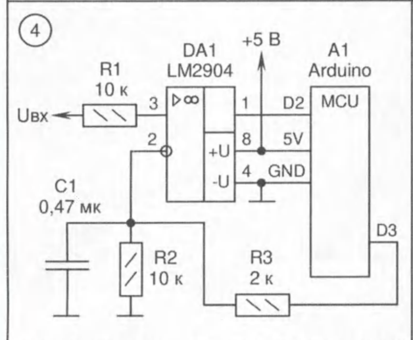
Что будет при нажатии сразу двух кнопок 5 и 7?
0 - появится надпись "5" или "7";
1 - появится надпись "57".

3

```
// Одновременное нажатие кнопок
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  for (int a = 2; a < 9; a++) {
    pinMode(a, INPUT_PULLUP); }
  pinMode(6, OUTPUT);
  digitalWrite(6, LOW); }
void loop() {
  int c = 0; // Счётчик кнопок
  for(int b = 2; b < 5; b++) {
    c += digitalRead(b); delay(1); }
  if(c == 1) { // Если нажаты 2 кнопки
    Serial.println("OK"); delay(500); }
} // Файл "arduino8_3.ino", 2152 байт
```

Кнопки какой строки проверяются в скетче?
0 - кнопки "1","2", "3";
1 - кнопки "7","8", "9".

4



Какая форма сигнала будет на резисторе R2 при генерации сигнала ШИМ на выводе D3?
0 - близкая к треугольной;
1 - возможны разные варианты.

5

```
// Длительность уровня лог. 1
const int pin = 2; // Вход D2
const int pwm = 3; // Выход D3
unsigned long timeHigh = 0; // Лог. 1
void setup() {
  Serial.begin(9600); // 9600 бод
  TCCR2B = 0b00000001;
  TCCR2A = 0b00000011;
  analogWrite(pwm, 120); } // ШИМ D3
void loop() {
  timeHigh = pulseIn(pin, HIGH);
  Serial.println(timeHigh);
  delay(1000); // Пауза 1 с
} // Файл "arduino8_5.ino", 2434 байт
```

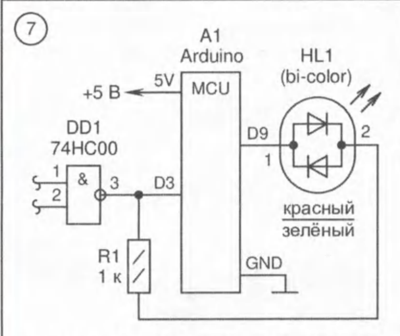
Импульсы с какой частотой ШИМ-сигнала будут генерироваться на выходе D3 Arduino?
0 - 488 Гц;
1 - 62500 Гц.

6

```
// Измерение параметров сигнала
unsigned long tab[100];
int pin = 2; // Вход D2
int led = 13; // Светодиод Arduino
unsigned char count = 0; // Счётчик
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT); }
void loop() {
  for(int a = 0; a < 100; a += 2) {
    tab[a] = pulseIn(pin, HIGH);
    tab[a+1] = pulseIn(pin, LOW);
  }
  digitalWrite(led, ++count%2);
} // Файл "arduino8_6.ino", 1006 байт
```

С каким периодом будет мигать светодиод Arduino при меандре 100 Гц на входе D2?
0 - с периодом 1 с;
1 - с периодом 3 с.

7



В чём достоинство включения светодиода HL1 и резистора R1 в данной схеме?
0 - сокращение требуемых портов Arduino;
1 - повышение яркости свечения.

8

```
// Световая индикация сигналов
const int pin = 3; // Вход D3
const int led = 9; // Выход D9
void setup() { pinMode(led, OUTPUT); }
void loop() {
  if(digitalRead(pin) == 0) {
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(1); // Пауза 1 мс
  }
  else {
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(1); // Пауза 1 мс
  }
} // Файл "arduino8_8.ino", 956 байт
```

При каких параметрах сигнала на входе D3 светодиод HL1 будет светиться жёлтым цветом?
0 - при частоте импульсов меандра 1 Гц;
1 - при частоте импульсов меандра 100 Гц.

9

```
// Начальное мигание светодиода
const int pin = 3; // Вход D3
const int led = 9; // Выход D9
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  for(int a = 0; a < 10; a++) {
    digitalWrite(led, HIGH); // Красный
    delay(200); // Пауза 0,2 с
    digitalWrite(led, LOW); // Зелёный
    delay(200); // Пауза 0,2 с
  } // Мигание светодиода HL1
}
void loop() { // Тело программы
} // Файл "arduino8_9.ino", 930 байт
```

Сколько раз будет мигать светодиод HL1 при постоянном уровне лог. 1 на входе D3?
0 - 9 раз;
1 - 10 раз.

10

A1
Arduino UNO
+5 В
5V
MCU
R1
4,7 к
D2
SB1
GND
D3
R2 200
+5 В
R3
10
VD1
BIR-BM13J4G
VT1 KT972A

ПДУ с ИК-диодом VD1. Какой тип обратной связи в системе "пульт — телевизор"?
0 - положительная обратная связь;
1 - отрицательная обратная связь.

11

```
1  // Имитатор ПДУ для телевизора
2  #include <IRremote.h> // Библиотека
3  IRsend irsend; // Объявление класса
4  const int butPin = 2; // Кнопка SB1
5  void setup() { }
6  void loop() {
7    int butState = digitalRead(butPin);
8    if (butState == LOW) {
9      for (int i = 0 ; i < 3; i++) {
10       irsend.sendSony(0xa90, 12);
11       delay(100); // Пауза 100 мс
12     } // Включение телевизора при
13   } // нажатии кнопки SB1
14 } // Файл "arduino8_11.ino", 2714 байт
```

Что произойдёт при увеличении паузы в строке 11 "delay(1000);"?
0 – улучшится надёжность приёма команд;
1 – телевизор перестанет включаться.

12

```
1  // Тест излучательного ИК-диода VD1
2  #include <avr/io.h> // Ввод, вывод
3  #include <util/delay.h> // Задержки
4  int main(void)
5  { // Начало программы
6    PORTB=0xFF; PORTC=0xFF;
7    PORTD=0xFF; DDRD=0x08;
8    while (1) { // Бесконечный цикл
9      PORTD |= _BV(3); // Вкл. VD1
10     _delay_ms(200); // Пауза 0,2 с
11     PORTD &= ~_BV(3); // Выкл. VD1
12     _delay_ms(1000); // Пауза 1 с
13   }
14 } // Файл "arduino8_12.ino", 186 байт
```

Что произойдёт при замене функции "main" в строке 4 функциями "setup" и "loop"?
0 - длина файла прошивки увеличится;
1 - длина файла прошивки уменьшится.

ВНИМАНИЕ! ИЗМЕНИЛИСЬ ПЛАТЁЖНЫЕ РЕКВИЗИТЫ!



Платежные реквизиты:
Получатель:
АНО "Редакция журнала "Радио"
ИНН 7708187140,
р/с 40703810538090108833 в
в ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225,
КПП 770801001.

Цена одного номера журнала 2022 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 430 руб.

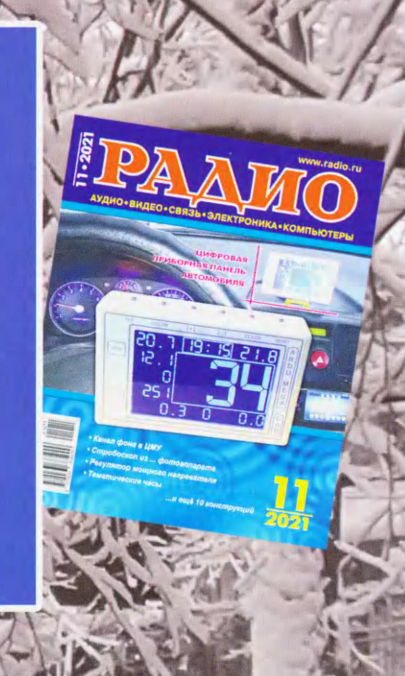
Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки): физические лица — 2400 руб., юридические лица — 2760 руб.

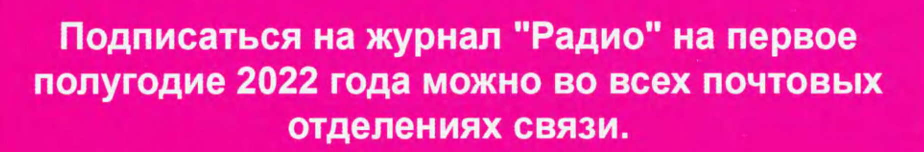
Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 3000 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 4500 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2950 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 4200 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие по согласованию.

+7 (495) 607-77-28 sale@radio.ru





Подписаться на журнал "Радио" на первое полугодие 2022 года можно во всех почтовых отделениях связи.

Подписные индексы журнала по каталогам:

Официальный каталог Почты России П4014
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032



Январь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Февраль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28						

Март

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Апрель

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Май

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Июнь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Июль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Август

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Сентябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Октябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Ноябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Декабрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

www.radio.ru mail@radio.ru +7 (495) 607-87-39